REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Universidad Católica de Santa María

Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales

Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica-Eléctrica y Mecatrónica

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO

Tesis presentada por el Bachiller:
Huamán Tito, Michael Kenyi
para optar el Título Profesional de
Ingeniero Mecánico

Asesor:
Mag. Ing. Sierra Vásquez, Julio Raúl

Arequipa – Perú

2022

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

INGENIERIA MECANICA, MECANICA-ELECTRICA Y MECATRONICA

TITULACIÓN CON TESIS

DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 13 de Julio del 2022

Dictamen: 003200-C-EPIMMEM-2022

Visto el borrador del expediente 003200, presentado por:

2011201881 - HUAMAN TITO MICHAEL KENYI

Titulado:

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO

Nuestro dictamen es:

APROBADO

1530 - FERNANDEZ BARRIGA CAMILO GRIMALDO
DICTAMINADOR

1828 - GORDILLO ANDIA CARLOS ALBERTO
DICTAMINADOR

3040 - VALDEZ LOAIZA JUAN CARLOS
DICTAMINADOR

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a Dios por guiar mi camino, por estar presente siempre desde el interior mío, como una voz que llama a la reflexión y madurez para tomar las mejores decisiones, por permitirme culminar un gran logro y darme muchas oportunidades en esta vida; porque mientras haya vida, habrá fe y esperanza.

A mi madre Rosa por darme la vida entera, por brindarme todo su apoyo y compresión, por ser un modelo a seguir, por enseñarme a levantarme cuando se debe y continuar siempre hacia adelante, y porque siempre estás allí cada vez que me trazo una y muchas metas que quiero alcanzar.

A la memoria de mi padre Percy y mis abuelos Carlos y Josefina en el cielo.

A mi familia por creer siempre en mí, por todas sus palabras de aliento y sus buenos deseos.

A mis amigos que siempre me acompañan, con quienes he forjado confianza y respeto.

A mi Tani por enseñarme que el tiempo nos permite aprender y continuar avanzando, por mostrarme que el camino y el destino lo forja uno mismo con cada decisión tomada. Por darme los ánimos para desarrollarme como persona y como profesional, por tu amor y consideración.

Y a todas aquellas personas a las cuales tuve la gracia de conocer y aprender, y que siempre las llevo presentes en mi corazón, porque también fueron parte y serán mi motivo para seguir hacia adelante.

Michael Kenyi

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad Católica de Santa María mi Alma Mater en Educación Superior, por brindarme sus espacios de estudio y permitirme concluir esta etapa en mi vida profesional.

Agradezco al Mag. Ing. Julio Raúl Sierra Vásquez por su apoyo en la asesoría, observaciones, recomendaciones y lineamientos durante el proceso de elaboración de la presente tesis.

Agradezco al PhD. Juan Carlos Valdez Loaiza por su apoyo y lineamientos iniciales en la elaboración de la presente tesis.

Agradezco al PhD. Carlos Alberto Gordillo Andía por brindarme sus conocimientos durante mis estudios de pregrado y su orientación a nivel profesional.

Mi agradecimiento y estima personal al Ing. Helbert Arenas Ramírez por compartirme sus conocimientos y darme su confianza durante mis primeros años ejerciendo la carrera profesional, por ser un guía y modelo a seguir como Líder de Área de ingeniería y Desarrollo. Le agradezco por su apoyo y orientación, porque fue la base fundamental para continuar la línea de carrera que decidí continuar.

Le agradezco además, al Hospital Regional Honorio Delgado; al Ing. Henry Alburqueque Torrez, Jefe de la Oficina de Mantenimiento y Servicios Generales por permitirme visitar frecuentemente sus instalaciones y darme las facilidades para realizar el estudio de la presente tesis.

Mi agradecimiento al Ing. Edwin Mogrovejo Bernedo por sus recomendaciones que me ayudaron con el desarrollo de la tesis, y los buenos consejos para trazar siempre un objetivo mayor.

También le agradezco al Sr. Elmer Gustavo Meza Polar, Líder de Casa de Fuerza del HRHD; por su compromiso y su apoyo frecuente durante el desarrollo del presente estudio, quien me brindo todas las facilidades para que éste proyecto pueda ser formulado y propuesto para su construcción; así mismo, agradezco a los Operarios de Casa de Fuerza del HRHD y a quienes de manera constante estuvieron involucrados.

Gracias a los Hospitales Nacionales y Regionales de Ica y Lima, a los cuales hago referencia a lo largo de la presente tesis, así como también al personal administrativo y técnico de la Oficina de Servicios Generales y Mantenimiento de cada institución; agradezco a los responsables del Área de Casa de Fuerza, quienes de manera amable me permitieron realizar visitas técnicas a sus instalaciones para reforzar el planteamiento de éste estudio.

Michael Kenyi

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

RESUMEN

En este proyecto de tesis se desarrolla la ingeniería conceptual, básica y de detalle para el suministro e implementación de 02 combustibles, Gas Licuado de Petróleo - GLP y Gas Natural Seco - GNS, en Casa de Fuerza del Hospital Regional Honorio Delgado de Arequipa – HRHD para la Generación de Vapor Seco a través de Calderas Pirotubulares para los Servicios de Nutrición, Lavandería, Intercambiadores de Calor y Central de Esterilización. El funcionamiento a la fecha de la publicación de la tesis, sigue siendo con Diesel B5 S50 - DB5.

Durante la Pandemia por la Covid-19, el HRHD como institución pública del Estado Peruano, otorga la prestación de servicios médicos necesarios. El número de camas antes y durante de la pandemia se ha mantenido en 689 unidades, el consumo de combustible DB5 entre el año 2015 y 2021 fué en promedio de 200.16 galones/día.

El planteamiento del proyecto se realiza en 02 Fases, denominadas como: Fase 1, al suministro temporal de Gas Licuado de Petróleo (GLP) hasta el año 2026, y la Fase 2, a partir del año 2026 para el suministro de Gas Natural Seco como combustible principal. El mejoramiento de la matriz energética implica realizar el cambio de los quemadores simples de DB5 actuales, a quemadores mixtos para Gas/Gasoil. Por lo tanto se realiza la selección de 02 Quemadores Mixtos de 756.29 kW para 02 Calderas de 50 BHP, 01 Quemador Mixto de 1 512.58 kW para 01 Caldera de 100 BHP y 01 Quemador Mixto de 2 268.87 kW para 01 Caldera de 150 BHP.

Con el sistema de GLP se estima un flujo volumétrico de combustible máximo de 71.08 m^3/h cuando se opera una caldera de 150 BHP; y para el funcionamiento se establece que deben instalarse 05 tanques de almacenamiento de GLP de 1000 galones cada uno para una autonomía de 10 días, así como 03 vaporizadores de fuego directo 7.2 MMBTU/h y 01 decantador de 120 GPH. Las redes internas de tuberías para combustible GLP son de 137.06 metros lineales de tubería en total y diseñadas en Acero al Carbono ASTM A53 Gr.B STD/SCH40 y SCH80.

Para el sistema de GNS se estima un flujo volumétrico de combustible de 166.58 m^3/h para la caldera de mayor potencia de 150 BHP; sin embargo, se asume que en los próximos años habrá una ampliación en los servicios: Grupo Electrógeno a Gas Natural, Autoclave para el manejo de Residuos Sólidos Hospitalarios, Equipos de Laboratorio y Nutrición. Por ello se estima un consumo mayor de combustible estimado en 259.43 m^3/h. Las redes internas de tuberías para combustible GNS son de 453.61 metros lineales de tubería en total, de los cuales 95.48 metros lineales de tubería son diseñadas en HDPE SDR11 PE100 ISO 4427; y 358.13 metros lineales de tubería son diseñadas en Acero al Carbono ASTM A53 Gr.B STD/SCH40 y SCH80.

El costo de la inversión se estima usando la Tasa de Descuento Social del 8% para los proyectos de inversión pública en el Perú. La inversión total estimada es de S/. 1 518 718.30, recuperable en un periodo de 5 Años con un VAN de S/. 478 407.94 y una TIR de 25.07%. La inversión para implementación del sistema de GLP representa el 65% y 35% para el sistema de GNS.

Palabras Clave: Gas Licuado de Petróleo, Gas Natural, Hospital, Caldera, Quemador, Redes, Tuberías.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ABSTRACT

In this thesis project, the conceptual, basic and detailed engineering is developed for the supply and implementation of 02 fuels, Liquefied Petroleum Gas - LPG and Dry Natural Gas - GNS, in "Casa de Fuerza" of the "Hospital Regional Honorio Delgado – HRHD" located in Arequipa for the Generation of Dry Steam through Fire-tube Boilers for Nutrition Services, Laundry, Heat Exchangers and Sterilization Center. The operation at the date of publication of the thesis, continues to be with Diesel B5 S50 - DB5.

During the Covid-19 Pandemic, the HRHD, as a public institution of the Peruvian State, grants the provision of necessary medical services. The number of beds before and during the pandemic has remained at 689 units, DB5 fuel consumption between 2015 and 2021 was an average of 200.16 gallons/day.

The approach of the project is carried out in 02 Phases, named as: Phase 1, to the temporary supply of Liquefied Petroleum Gas (LPG) until the year 2026, and Phase 2, from the year 2026 for the supply of Dry Natural Gas as main fuel. The improvement of the energy matrix implies making the change from the current DB5 simple burners to mixed Gas/Diesel burners. Therefore, the selection of 02 Mixed Burners of 756.29 kW is made for 02 Boilers of 50 BHP, 01 Mixed Burner of 1 512.58 kW for 01 Boiler of 100 BHP and 01 Mixed Burner of 2 268.87 kW for 01 Boiler of 150 BHP.

With the LPG system, a maximum volumetric fuel flow of 71.08 m3/h is estimated when a 150 BHP boiler is operated; and to achieve constant operation, it is established that 05 LPG storage tanks of 1000 gallons each must be installed for an autonomy of 10 days, as well as 03 direct fire vaporizers 7.2 MMBTU/h and 01 decanter of 120 GPH. The internal piping networks for LPG fuel are 137.06 linear meters of piping in total and designed in Carbon Steel ASTM A53 Gr.B STD/SCH40 and SCH80.

For the GNS system, a volumetric flow of fuel of 166.58 m3/h is estimated for the boiler with the highest power, which is 150 BHP, however, it is assumed that in the coming years there may be an expansion in services such as: Generator Set to Natural Gas, Autoclave for handling Hospital Solid Waste, New Laboratory and Nutrition Equipment; therefore, a higher fuel consumption is estimated at 259.43 m3/h. The internal piping networks for GNS fuel are 453.61 linear meters of piping in total, of which 95.48 linear meters of piping are designed in HDPE SDR11 PE100 ISO 4427; and 358.13 linear meters of piping are designed in Carbon Steel ASTM A53 Gr.B STD/SCH40 and SCH80.

The investment cost is estimated using the Social Discount Rate of 8% for public investment projects in Peru. The estimated total investment is S/. 1,518,718.30, recoverable over a period of 5 years with a NPV of S/. 478,407.94 and an IRR of 25.07%. The investment for the implementation of the LPG system represents 65% and 35% for the GNS system.

Keywords: Liquefied Petroleum Gas, Natural Gas, Hospital, Boiler, Burner, Networks, Pipes.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

INTRODUCCIÓN

El Hospital Regional Honorio Delgado de Arequipa – HRHD es una Institución Pública. Está clasificado como un Establecimiento de Salud de Nivel III-1 que se encuentra ubicado a 2335 m.s.n.m. y cuenta con un total de 689 camas para atender a sus pacientes.

Este proyecto plantea de realizar una mejora en la matriz energética en el HRHD, implementando los sistemas de combustible de Gas Licuado de Petróleo y Gas Natural Seco que sustituirán al Diesel B5 S50 que se usa actualmente en dicho establecimiento. La mejora provee grandes beneficios en el aspecto económico y ambiental. El ahorro económico se da en el costo de operación, ya que se conoce el costo del MMBTU producido por el GLP frente al DB5, que usualmente produce un ahorro entre el 35% y 40%. Y por otro lado cuando se reemplaza el GNS frente al DB5 se puede obtener un ahorro entre el 65% y 70%, siendo ambos casos atractivos para su implementación. Sin embargo, no son los únicos beneficios, sino que también son combustibles que generan menor cantidad de emisiones de gases contaminantes al aire en el medio ambiente luego de la combustión, siendo que el GNS es un combustible más limpio que el GLP en mayor medida y éste ultimo más limpio que el DB5.

El objetivo principal es desarrollar el proyecto para el suministro temporal de Gas Licuado de Petróleo hasta el año 2026, y en adelante el suministro de Gas Natural Seco como combustible principal para el Hospital Regional Honorio Delgado de Arequipa, con el fin de reducir el costo de operación para la producción de vapor seco de las Calderas Pirotubulares de la Casa de Fuerza que actualmente operan con Diesel B5 S-50. Es por ello que, este proyecto se ha organizado en los capítulos que detallo a continuación:

Capítulo I PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO. Se realiza la definición del problema, así como se trazan los objetivos de la tesis. Se presenta también el alcance y la justificación. **Capítulo II MARCO TEÓRICO.** Se realiza la revisión de estudios precedentes a la presente tesis, visitas técnicas realizadas y se definen puntos importantes de la teoría respecto a los temas desarrollados a lo largo del desarrollo de la tesis. **Capítulo III DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE ACTUAL.** Se organiza la información recopilada en las instalaciones del HRHD, tales como los registros de consumo de combustible, turnos y horarios de operación, datos de placa de los equipos en cuestión, así como su estatus operacional. **Capítulo IV INGENIERIA DEL PROYECTO.** Se establece un procedimiento ordenado para el diseño de los sistemas de combustibles GLP y GNS, el planteamiento realizado se basa en la utilización de fórmulas y ecuaciones reconocidas, bajo Normas Técnicas Peruanas e Internacionales. Se aplican las recomendaciones de la normativa vigente y las buenas prácticas en ingeniería. **Capítulo V ANÁLISIS ECONÓMICO.** Se determina la viabilidad de la inversión del proyecto, aplicando las herramientas económicas que son las más utilizadas y representativas en la toma de decisiones en proyectos de Inversión Pública, tales como el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el periodo de recuperación de la inversión.

Finalmente se presentan las conclusiones, recomendaciones, anexos y planos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

NOMENCLATURA

Símbolo	Descripción	Unidad
$\%A_{j/i}$	Porcentaje de ahorro mensual, por el uso del combustible "j" respecto de "i"	[%]
$\%P$	Porcentaje de caída de presión máxima	[%]
A	Autonomía	[días]
A_{cab}	Area superficial de los cabezales del recipiente	[m^2]
A_{cil}	Area superficial de la parte cilíndrica del recipiente	[m^2]
A_n	flujo de efectivo neto al final del periodo	[S/.]
A_T	Area total de superficie del recipiente	[m^2]
C_e	Capacidad efectiva del tanque	[-]
$CAP_{e.v.}$	Capacidad total del equipo vaporizador o grupo de equipos vaporizadores	[MMBTU/h]
CAP_M	Capacidad o potencia máxima del equipo mezclador	[MMBTU/h]
$CAP_{r.s.}$	Capacidad total de vaporización requerida por el sistema	[MMBTU/h]
CAP_v	Capacidad de un equipo vaporizador [MMBTU/h]	[MMBTU/h]
CE	Ratio de entrega de un equipo vaporizador	[%]
CLV	Calor latente de vaporización del GLP	[kW-h/kg]
CO	Costo mensual de energía generada	[S/./mes]
CO_i	Costo mensual de energía generada por el combustible "i"	[S/./mes]
CO_j	Costo mensual de energía generada por el combustible "j"	[S/./mes]
CU	Costo unitario de energía generada	[S/./MMBTU]
CU_{db5}	Costo unitario de energía generada con DB5	[S/./MMBTU]
CU_{glp}	Costo unitario de energía generada con GLP	[S/./MMBTU]
CU_{gns}	Costo unitario de energía generada con GNS	[S/./MMBTU]
D	Diámetro interior de la tubería	[mm]
D_e	Diámetro exterior del recipiente	[m]
d_i	densidad relativa del gas "i"	[-]
$D_{i.r.}$	Diámetro interior del recipiente	[m]
d_r	Densidad relativa del gas combustible con respecto al aire	[-]
$d_{r_{aire}}$	Densidad relativa del aire con respecto al aire	[-]
$d_{r_{glp}}$	Densidad relativa del GLP con respecto al aire	[-]
d_{rM}	Densidad relativa de la mezcla de GLP y aire, con respecto al aire	[-]
E	Energía de combustión	[MMBTU]
E_{ci}	Energía de combustión del combustible "i"	[MMBTU]
E_j	Factor de eficiencia de junta	[-]
E_m	Energía de combustión generada mensualmente	[MMBTU/mes]
f	Factor de compensación por altitud	[%/m.s.n.m.]

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Símbolo	Descripción	Unidad
f'	Factor de compensación equivalente	[%]
FS	Factor de Servicio	[-]
g	Aceleración de la gravedad	[m/s^2]
h	Altitud de colocación	[m.s.n.m.]
h	Altura a la que se evalúa la presión	[m]
h_0	Altura a nivel del mar	[m]
h_{cab}	Altura del elipsoide del cabezal del recipiente	[m]
i	Tasa de Interés Efectivo Anual, TREMA	[%/año]
i_m	Tasa de Interés Efectivo Mensual	[%/mes]
IW	Índice de Wobbe del gas combustible	[MJ/m^3]
IW_M	Índice de Wobbe de la mezcla de GLP y aire	[MJ/m^3]
j	Tasa de Interés Nominal Anual Capitalizable mensualmente	[%/año]
K	Coeficiente de transmisión de calor a través de las paredes del depósito	[kW/m^2-°C]
L	Longitud de la parte cilíndrica del recipiente o tramo de tubería	[m]
L_e	Longitud equivalente debido a pérdidas	[m]
L_r	Longitud real del tramo de tubería	[m]
L_t	Longitud total de tubería desde el medidor hasta el punto de servicio más alejado	[m]
L_{tk}	Longitud interior total del recipiente	[m]
m	masa de combustible ó cantidad de flujos mensuales por año	[kg] ó [mes]
$\dot{m}_{glp}$	Flujo másico de GLP vaporizado naturalmente por un recipiente de almacenamiento	[kg/h]
$m_{glp_{fase\ i}}$	Masa del combustible GLP en fase “i”	[kg]
M_i	Masa molar del gas "i"	[-]
n	Vida de servicio del Proyecto	[mes], [año]
$N_{e.v.}$	Cantidad de equipos vaporizadores	[-]
N_{tk}	Cantidad de tanques para almacenamiento de GLP	[-]
p	Presión absoluta en la altura evaluada	[kPa]
p_0	Presión absoluta a nivel del mar a 0 m.s.n.m	[kPa]
p_d	Presión de diseño	[psi]
p_f	Presión relativa al final del tramo	[mbar], [kg-f/cm^2]
$P_{f.c.}$	Capacidad o Energía requerida para el funcionamiento de las calderas	[MMBTU/h]
p_h	Presión absoluta en la altura evaluada	[kPa]
P_i	Propiedad del gas componente “i”	[-]
p_i	Presión relativa al inicio del tramo	[mbar], [kg-f/cm^2]

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Símbolo	Descripción	Unidad
P_M	Propiedad del gas producto de una mezcla	[-]
P_N	Potencia nominal de la caldera	[BHP]
p_{pma}	Presión en el punto de servicio más alejado	[kg-f/cm^2]
P_Q	Potencia del quemador mixto	[kW]
$P_{q.v.}$	Capacidad del quemador del propio vaporizador	[MMBTU/h]
p_s	Presión de suministro de gas combustible	[kg-f/cm^2]
PCI_{db5}	Poder Calorífico Inferior del DB5	[kJ/kg]
PCS	Poder calorífico superior del gas combustible	[MJ/m^3], [kcal/m^3]
PCS_{glp}	Poder calorífico superior del GLP	[MJ/m^3]
PCS_M	Poder calorífico superior de la mezcla de GLP y aire	[MJ/m^3]
pscr	Porcentaje de superficie del recipiente en contacto con GLP líquido	[%]
PUC_{db5}	Precio de combustible DB5 por unidad de volumen [S/./gal]	[S/./gal]
PUC_{glp}	Precio de combustible GLP por unidad de volumen	[S/./gal]
PUC_{gns}	Precio de combustible GNS por unidad de volumen	[S/./m^3]
Q	Calor	[MMBTU]
R	Constante de los gases ideales para el aire	[kJ/kg-K]
R_i	Radio interior del recipiente	[in]
S	Esfuerzo máximo de diseño	[psi]
t	Espesor máximo de plancha	[in]
T	Temperatura ambiente absoluta	[K]
TSD	Tasa Social de Descuento Anual	[%/año]
t_C	Espesor de plancha según esfuerzo circunferencial	[in]
T_e	Temperatura ambiente exterior mínima	[°C]
T_g	Temperatura de equilibrio entre el Líquido-Gas	[°C]
t_L	Espesor de plancha según esfuerzo longitudinal	[in]
TIR	Tasa Interna de Retorno o Rendimiento	[%]
V	Volumen de combustible en fase gas	[m^3]
v	Velocidad de flujo de gas combustible	[m/s]
v_i	Velocidad de difusión del gas "i"	[-]
$\dot{V}$	Flujo volumétrico de combustible en fase gas	[m^3/h]
$\dot{V}_{glp_G}$	Flujo volumétrico de combustible GLP en fase vapor	[m^3/h]
$\dot{V}_{glp_L}$	Flujo volumétrico de combustible GLP en fase líquido	[gal/h]
$\dot{V}_{glp_{LD}}$	Flujo volumétrico de diseño del decantador, GLP en fase líquido	[gal/h]
$\dot{V}_{glp_{LS}}$	Flujo volumétrico máximo del sistema, GLP en fase líquido	[gal/h]

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Símbolo	Descripción	Unidad
$\dot{V}_{glp_{VN}}$	Flujo volumétrico de GLP en fase gas, vaporizado naturalmente	[m^3/h]
$\dot{V}_i$	Flujo volumétrico probable de gas combustible en equipos	[m^3/h]
$\dot{V}_{max}$	Máximo flujo volumétrico probable de gas combustible	[m^3/h]
V_{cab}	Volumen de los cabezales del recipiente	[m^3]
V_{cil}	Volumen de la parte cilíndrica del recipiente	[m^3]
V_{db5}	Volumen de combustible DB5	[gal]
V_{glp_G}	Volumen de GLP en fase gas	[m^3]
V_{glp_L}	Volumen de GLP en fase líquido	[gal]
V_{glp_L}	Volumen de GLP en fase líquido	[gal]
V_{tk}	Volumen o Capacidad nominal de cada tanque	[gal]
VAN	Valor Actual Neto	[S/.]
X_i	Fracción volumétrica de cada gas componente “i”	[-]

Símbolos Griegos

Símbolo	Descripción	Unidad
α_{aire}	Fracción volumétrica de aire en la mezcla	[-]
α_{glp}	Fracción volumétrica de GLP en la mezcla	[-]
$\Delta CO_{j/i}$	Ahorro mensual, por el uso del combustible “j” respecto de “i”	[S/./mes]
Δp_t	Caída de presión en el tramo de tubería	[kg-f/cm^2]
η	Eficiencia de caldera	[%]
ρ	Densidad, densidad de un gas a cierta elevación	[kg/m^3]
ρ_{db5}	Densidad del DB5	[kg/m^3]
ρ_{glp_G}	Densidad de GLP en fase gas	[kg/m^3]
ρ_{glp_L}	Densidad de GLP en fase líquido	[kg/gal]

Subíndices

Símbolo	Descripción
0	Referencia, inicial
1	Primer
2	Segundo
aire	Aire
C	circunferencial
cab	Cabezal
ci	Combustible i-ésimo

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Símbolo	Descripción
cil	Cilindrico
d	Diseño
db5	Diesel B5
e	Exterior, efectivo, equivalente
e.v.	Equipos vaporizadores
f	Final
g	equilibrio
G	fase vapor o gas
gas	Fase gas
glp	Gas Licuado de Petróleo
gns	Gas Natural Seco
h	En función a la altura
i	Inicial, Interior, i-ésimo
i.r.	Interior del recipiente
j	j-ésimo
L	Longitudinal, fase líquido
LD	Líquido en el decantador
LS	Líquido para el sistema
M	Mezcla
max	Máximo
n	Neto
N	Nominal
pma	Punto más alejado
Q	Quemador
q.v.	Quemador del vaporizador
r	Relativo, real
r.s.	Requerido por el sistema
rM	Relativo de la mezcla
s	suministro
T	Total
tk	Tanque, recipiente
v	Vaporizador
VN	Vaporizado naturalmente

Lista de Acrónimos

Símbolo	Descripción
BHP	Boiler Horse Power
D2	Diesel 2
DB5	Diesel B5

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Símbolo	Descripción
DS	Decreto Supremo
EM	Energía y Minas
ERPM	Estación de Regulación de Presión y Medición
GLP	Gas Licuado de Petróleo
GN	Gas Natural
GNA	Gas Natural Asociado
GNC	Gas Natural Comprimido
GNL	Gas Natural Licuefactado
GNS	Gas Natural Seco
GNV	Gas Natural Vehicular
HNAL	Hospital Nacional Arzobispo Loayza
HNCH	Hospital Nacional Cayetano Heredia
HNERM	Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins
HNGAI	Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen
HRHD	Hospital Regional Honorio Delgado
HRI	Hospital Regional de Ica
HRSMS	Hospital Regional Santa María del Socorro
INSN	Instituto Nacional de Salud del Niño
MMBTU	Millón de BTU
MMPCD	Millones de Pies Cúbicos por Día
NTP	Norma Técnica Peruana
PE	Polietileno
RD	Resolución Directoral
RNE	Reglamento Nacional de Edificaciones
TPC	Tera Pies Cúbicos

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ÍNDICE

Pág.

DEDICATORIA ..... **i**

AGRADECIMIENTOS ..... **ii**

RESUMEN ..... **iii**

ABSTRACT ..... **iv**

INTRODUCCIÓN ..... **v**

NOMENCLATURA ..... **vi**

CAPITULO I **1**

1. PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO **1**

1.1. Definición del Problema 1

1.2. Objetivos de la Investigación 2

1.2.1. Objetivo Principal 2

1.2.2. Objetivos Específicos 2

1.3. Alcances 3

1.4. Justificación 4

CAPITULO II **6**

2. MARCO TEÓRICO **6**

2.1. Antecedentes de la Tesis 6

2.1.1. Revisión de Tesis Relacionadas 6

2.1.2. Visitas Técnicas Realizadas 13

2.1.3. Boletín Tecnológico 30

2.1.4. Publicaciones 33

2.2. La Combustión 35

2.3. El Combustible DB5 36

2.3.1. Poder Calorífico Inferior del Combustible DB5 38

2.4. El Combustible GLP 38

2.4.1. Clasificación de los Gases Licuados de Petróleo 39

2.4.2. Poder Calorífico Superior del GLP 40

2.4.3. Densidad y Densidad Relativa del GLP 40

2.4.4. Presión de Equilibrio entre la Fase Líquido y Vapor de GLP 41

2.5. El Combustible GNS 42

2.5.1. Tipos de Reservas de Gas Natural 42

2.5.2. Sistemas de Transporte, Distribución y Suministro de GN 45

2.5.3. Poder Calorífico Superior del GNS 48

2.5.4. Densidad Relativa del GNS 49

2.6. Índice de Wobbe 49

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.7. Calderas de Vapor 51
2.7.1. Calderas Pirotubulares 51
2.8. Quemadores Industriales 51
2.8.1. Quemadores Simples 51
2.8.2. Quemadores Mixtos de Gas/Gasoil 52
2.9. Consideraciones Específicas en Instalaciones Internas de GLP 52
2.9.1. Esquemas de Regulación de Presión 53
2.9.2. Referente a los Equipos para Sistemas de GLP 54
2.9.3. Criterios para el Diseño de Tuberías 59
2.10. Consideraciones Específicas en Instalaciones Internas de GNS 60
2.10.1. Esquemas de Regulación de Presión 60
2.10.2. Referente a los Equipos para Sistemas de GNS 62
2.10.3. Criterios para el Diseño de Tuberías 64
2.11. Consideraciones Generales en Instalaciones Internas de GLP y GNS. 64
2.12. Materiales y Componentes de Uso Común para Sistemas de GLP y GNS 65
2.12.1. Tuberías y Accesorios 65
2.12.2. Accesorios 66
2.12.3. Válvulas 66
CAPÍTULO III 67
3. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE ACTUAL 67
3.1. Casa de Fuerza 67
3.2. Almacenamiento de Combustible DB5 68
3.3. Distribución de Combustible DB5 70
3.3.1. Grupo Electrógeno 70
3.3.2. Calderas Pirotubulares 70
3.4. Suministro de Vapor Seco 71
3.5. Potencia Instalada de Calderas 71
3.5.1. Calderas C-1 y C-2 72
3.5.2. Caldera C-3 74
3.5.3. Caldera C-4 75
3.5.4. Caldera C-5 77
3.6. Consumo Histórico de Combustible DB5 79
CAPÍTULO IV 81
4. INGENIERÍA DEL PROYECTO 81
4.1. Energía Equivalente Generada entre Combustibles 82
4.2. Balance de Energía del Combustible DB5 82

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

4.2.1. Consumo Volumétrico de Combustible DB5 83
4.2.2. Energía Generada por el Combustible DB5....84
4.3. Balance de Energía de Combustibles GLP y GNS....85
4.3.1. Demanda Volumétrica de Gases Combustibles....85
4.3.2. Energía Equivalente Generada a partir del Combustible GLP 86
4.3.3. Energía Equivalente Generada a partir del Combustible GNS....87
4.4. Selección de Quemadores Mixtos 88
4.4.1. Potencia de Quemador Mixto 88
4.4.2. Quemador Mixto para Caldera C-1....90
4.4.3. Quemador Mixto para Caldera C-2....91
4.4.4. Quemador Mixto para Caldera C-3....91
4.4.5. Quemador Mixto para Caldera C-4....92
4.4.6. Quemador Mixto para Caldera C-5....93
4.5. Factor de Simultaneidad y Máxima Potencia....94
4.6. Determinación del Índice de Wobbe e Intercambiabilidad entre GLP y GNS 95
4.6.1. Intercambiabilidad de los Combustibles....95
4.6.2. Índice de Wobbe del GLP....97
4.6.3. Índice de Wobbe del GNS 97
4.6.4. Índice de Wobbe de la Mezcla GLP-Aire....98
4.6.5. Propiedades Características de los Gases 99
4.7. Diseño del Sistema de Combustible GLP 100
4.7.1. Volumen de Almacenamiento de GLP 100
4.7.2. Capacidad Volumétrica de Almacenamiento de GLP 102
4.7.3. Dimensionamiento y Diseño de Tanques 103
4.7.4. Vaporización y Selección de Vaporizadores 108
4.7.5. Selección de Decantador....114
4.7.6. Selección de Mezclador....116
4.7.7. Trazado de la Red de Tuberías para GLP 117
4.7.8. Flujo Volumétrico de GLP en la Red de Tuberías....120
4.7.9. Diseño de Tuberías para GLP 122
4.8. Diseño del Sistema de Combustible GNS....126
4.8.1. Trazado de la Red de Tuberías para GNS....126
4.8.2. Flujo Volumétrico de GNS en la Red de Tuberías 129
4.8.3. Diseño de Tuberías para GNS 130
4.8.4. Selección de Contador 132
4.8.5. Selección de la Unidad Correctora de Volumen....136
4.8.6. Selección de Filtro 136
4.8.7. Selección de Regulador de Presión....136
4.8.8. Selección de Válvula de Alivio y Seguridad 137
4.8.9. Selección de Válvulas de Bola y Mariposa....137

CAPÍTULO V....138

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

5. ANÁLISIS ECONÓMICO 138

5.1. Análisis Económico en Proyectos de Inversión Pública 138

5.2. Precio Unitario de Combustibles y Costos de Operación 139

5.2.1. Precios Unitarios de Combustibles 139
5.2.2. Formulación de los Costos de Operación 141
5.2.3. Costo Mensual de Operación 143

5.3. Ahorro Mensual Debido a la Implementación del Proyecto 143

5.3.1. Formulación del Ahorro Mensual de Combustibles 144
5.3.2. Ahorro Mensual con GLP vs. DB5 144
5.3.3. Ahorro Mensual con GNS vs. DB5 145
5.3.4. Ahorro Mensual con GNS vs. GLP 145

5.4. Costos de Mantenimiento 146

5.4.1. Costo de Análisis de Gases de la Combustión 146
5.4.2. Costo de Ablandamiento de Agua de Calderas 146

5.5. Costos de Implementación del Proyecto 147

5.5.1. Metrado y Presupuesto para Implementación del Sistema de GLP 147
5.5.2. Metrado y Presupuesto para Implementación del Sistema de GNS 158
5.5.3. Estimación de la Inversión para la Ejecución del Proyecto 168

5.6. Tasa de Interés Efectivo Mensual 169

5.6.1. Tasa Social de Descuento (TSD) 169
5.6.2. Tasa de Interés Efectivo (i) 170
5.6.3. Tasa de Interés Nominal (i_m) 170
5.6.4. Determinación de la Tasa de Interés Nominal (i_m) 171

5.7. Valor Actual Neto (VAN) 172

5.7.1. Definición del VAN 172
5.7.2. Ecuación del Valor Actual Neto (VAN) 173

5.8. Tasa Interna de Retorno 175

5.8.1. Definición de la TIR 175
5.8.2. Ecuación de la Tasa Interna de Retorno (TIR) 175

CONCLUSIONES 177

RECOMENDACIONES Y SUGERENCIAS 179

REFERENCIAS 180

ANEXOS 184

PLANOS 227

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 2.1 *Resultado de Ensayos de Combustible DB5* 38
Tabla 2.2 *Propiedades del Combustible DB5* 38
Tabla 2.3 *Composición de GLP Propuesto por SOLGAS PRO* 40
Tabla 2.4 *Composición de GNH en los Reservorios de Camisea* 44
Tabla 2.5 *Composición Química del GNA - Campos de SAVIA, PETROBRAS, SAPET y GMP* 44
Tabla 2.6 *Composición Química del GNS Proveniente de Camisea* 45
Tabla 2.7 *Condiciones Normales y Condiciones Estándar para el Gas Natural* 49
Tabla 2.8 *Clasificación de las Familias de los Gases Según el Índice de Wobbe* 49
Tabla 2.9 *Categorías de Artefactos Aplicables en el Perú* 50
Tabla 2.10 *Descripción de los Tipos de Artefactos* 50
Tabla 2.11 *Distancias de Separación entre Tanques, Edificios y Otras Propiedades* 55
Tabla 2.12 *Separación Mínima entre Vaporizadores a Fuego Directo y Exposiciones* 58
Tabla 2.13 *Presiones de Distribución de GNS y Materiales Asociados* 61
Tabla 3.1 *Capacidad de Tanques para Almacenamiento de DB5* 69
Tabla 3.2 *Potencia de Caldera por Turno* 71
Tabla 3.3 *Condición Operacional de Calderas en el HRHD* 72
Tabla 3.4 *Datos de Placa de Calderas C-1 y C-2* 73
Tabla 3.5 *Datos de Placa de Caldera C-3* 74
Tabla 3.6 *Datos de Placa de Caldera C-4* 76
Tabla 3.7 *Datos de Placa de Caldera C-5* 77
Tabla 3.8 *Consumo Histórico de DB5 del 2015 al 2021* 79
Tabla 3.9 *Resumen de Consumo Mensual de Combustible DB5 del 2015 al 2021* 80
Tabla 4.1 *Consumo de DB5 y Energía Generada* 84
Tabla 4.2 *Consumo Equivalente de GLP en Fase Gas y Energía Equivalente Generada* 86
Tabla 4.3 *Consumo Equivalente de GLP en Fase Líquido y Energía Equivalente Generada* 87
Tabla 4.4 *Consumo Equivalente de GNS y Energía Equivalente Generada* 88
Tabla 4.5 *Factor de Compensación Equivalente por Altitud* 90
Tabla 4.6 *Potencia de Quemador Mixto para la Caldera C-1* 90
Tabla 4.7 *Potencia de Quemador Mixto para la Caldera C-2* 91
Tabla 4.8 *Potencia de Quemador Mixto para la Caldera C-3* 92
Tabla 4.9 *Potencia de Quemador Mixto para la Caldera C-4* 93

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 4.10 *Potencia de Quemador Mixto para la Caldera C-5 (Proyectado)* 94
Tabla 4.11 *Índice de Wobbe del Combustible GLP en Fase Gas* 97
Tabla 4.12 *Índice de Wobbe del Combustible GNS* 98
Tabla 4.13 *Composición de la Mezcla Combustible GLP-Aire (Aire Propanado)* 99
Tabla 4.14 *Cantidad y Capacidad de los Tanques para Almacenamiento de GLP* 103
Tabla 4.15 *Dimensiones del Tanque de Almacenamiento de GLP en Fase Líquido* 104
Tabla 4.16 *Propiedades Mecánicas del Acero SA 455* 105
Tabla 4.17 *Diseño de Espesores de Plancha para Tanques de Almacenamiento de GLP* 107
Tabla 4.18 *Selección de Espesores de Planchas Comerciales* 107
Tabla 4.19 *Flujo Volumétrico de GLP Producto de la Vaporización Natural* 110
Tabla 4.20 *Características del Vaporizador ALGAS SDI DF Series Modelo 80/40* 113
Tabla 4.21 *Capacidad de Vaporización Requerida por el Sistema de Combustible GLP* 113
Tabla 4.22 *Capacidad de Vaporización del Grupo de Equipos Vaporizadores* 114
Tabla 4.23 *Máximo Flujo Volumétrico de GLP en Fase Líquido* 115
Tabla 4.24 *Características del Decantador ALGAS SDI Filtraire Modelo F4* 115
Tabla 4.25 *Características del Decantador ALGAS SDI Vaporaire Modelo V14-15* 117
Tabla 4.26 *Leyenda de Identificadores de Puntos en el Diseño de Líneas de Tubería de GLP* 118
Tabla 4.27 *Tramos de Tubería para el Sistema de Combustible GLP* 120
Tabla 4.28 *Flujo Volumétrico de GLP en Fase Gas por Cada Caldera* 122
Tabla 4.29 *Planilla de Cálculo de Diámetros de Tubería por Tramos para el Sistema de GLP* 125
Tabla 4.30 *Leyenda de Identificadores de Puntos en el Diseño de Líneas de Tubería de GNS* 127
Tabla 4.31 *Tramos de Tubería para el Sistema de Combustible GNS* 129
Tabla 4.32 *Flujo Volumétrico de GNS por Cada Artefacto* 130
Tabla 4.33 *Factor de Simultaneidad y Máximo Consumo Probable* 131
Tabla 4.34 *Planilla de Cálculo de Diámetros de Tubería por Tramos para el Sistema de GNS* 132
Tabla 4.35 *Características del Contador Pietro Fiorentini Serie G-160* 135
Tabla 4.36 *Capacidad de Medición Equivalente del Contador de Aire a Gas Natural* 135
Tabla 4.37 *Flujo máximo de GNS y Porcentaje de Utilización del Contador de GNS* 136
Tabla 5.1 *Costo del Combustible DB5 Puesto en Planta a Febrero del 2022* 139
Tabla 5.2 *Costo del Combustible GLP Puesto en Planta a Febrero del 2022* 140

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Tabla 5.3 *Costo de Distribución del Combustible GNS CAT-IP en Lima a Enero del 2022* 141
Tabla 5.4 *Costo Mensual de Operación en Casa de Fuerza del HRHD* 143
Tabla 5.5 *Ahorro Mensual con GLP respecto del DB5* 145
Tabla 5.6 *Ahorro Mensual con GNS respecto del DB5* 145
Tabla 5.7 *Ahorro Mensual con GNS respecto del GLP* 146
Tabla 5.8 *Costo Estimado del Análisis de Gases de Combustión* 146
Tabla 5.9 *Costo Estimado de los Químicos para Ablandamiento de Agua de Calderas*.147
Tabla 5.10 *Costo Total de Fabricación y Suministro del Sistema de GLP* 147
Tabla 5.11 *Costo Total de Montaje del Sistema de GLP* 153
Tabla 5.12 *Costo Total de Fabricación y Suministro del Sistema de GNS* 158
Tabla 5.13 *Costo Total de Montaje del Sistema de GNS* 163
Tabla 5.14 *Estimación de la Inversión para la Ejecución del Proyecto* 169
Tabla 5.15 *Tasa de Interés Efectivo Mensual* 171
Tabla 5.16 *Evaluación de Resultados por el Cambio de Combustibles al Año 2022*.....173
Tabla 5.17 *Composición de GLP Propuesto por SOLGAS PRO al HRHD*.....176

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 2.1 *Estación de Regulación de Presión y Medición ERPM para GNS* 14
Figura 2.2 *ERPM con Acceso Desde el Exterior del HNAL* 15
Figura 2.3 *Caldera Pirotubular de 150 BHP con Quemador Dual GNS/DB5* 16
Figura 2.4 *Tubería de Acero para GNS – Aéreo* 17
Figura 2.5 *Tubería de Polietileno (PE) para GNS – Bajo Tierra* 17
Figura 2.6 *Reparación de Acera Posterior a Instalación de Tubería Enterrada para GNS* 18
Figura 2.7 *Caldera Pirotubular con Quemador Dual GNS/DB5 en el INSN* 19
Figura 2.8 *Estación de Regulación de Presión y Medición ERPM para GNS* 20
Figura 2.9 *Soporte Aéreo para la Tubería de Acero para GNS* 20
Figura 2.10 *Acceso a Válvula de Corte de GNS en Casa de Fuerza del INSN* 21
Figura 2.11 *Tuberías Aéreas de GNS para Laboratorios en el INSN* 21
Figura 2.12 *Calderas Pirotubulares de Casa de Fuerza* 23
Figura 2.13 *Tanques de Almacenamiento de GLP y Vaporizador Sobre Techo* 23
Figura 2.14 *Abastecimiento de GLP a los Tanques de Almacenamiento* 24
Figura 2.15 *Calderas de Casa de Fuerza en el HRI* 26
Figura 2.16 *Tanque de Almacenamiento de GLP en Superficie* 27
Figura 2.17 *Tren de Válvulas de GLP en una Caldera de 150 BHP* 27
Figura 2.18 *Calderas en Casa de Fuerza* 28
Figura 2.19 *Tanque de Almacenamiento de GLP Soterrado* 29
Figura 2.20 *ERPM con Acceso desde el Exterior* 33
Figura 2.21 *Calderas de Casa de Fuerza* 33
Figura 2.22 *Línea de Tiempo de Implementación del DB5 en el Perú* 37
Figura 2.23 *Gráfico de Temperatura-Tensión de Vapor de los GLP* 41
Figura 2.24 *Explotación, Transporte y Distribución del Gas Natural de Camisea* 43
Figura 2.25 *Estructura del Suministro del Gas Natural en el Perú* 46
Figura 2.26 *Costo Medio de Tecnologías Aplicadas en el Transporte de GN* 47
Figura 2.27 *Esquema Típico de una Instalación de GLP* 53
Figura 2.28 *Esquema de Regulación de Presión de Tres Etapas en Instalaciones de GLP* 54
Figura 2.29 *Esquema Típico de una Instalación de GNS* 60
Figura 2.30 *Esquema de Regulación de Presión en Distribución e Instalaciones Internas de GNS* 61
Figura 3.1 *Exterior de Casa de Fuerza del HRHD* 67
Figura 3.2 *Interior de Casa de Fuerza del HRHD* 68
Figura 3.3 *Tanques de Almacenamiento de DB5 en Sótano* 69
Figura 3.4 *Tanque Diario de Combustible DB5* 70
Figura 3.5 *Vista Frontal de Caldera C-2* 73
Figura 3.6 *Vista Posterior de Caldera C-1* 74

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 3.7 *Vista Frontal Caldera C-3*.....75
Figura 3.8 *Vista Posterior Caldera C-3*.....75
Figura 3.9 *Vista Frontal de Caldera C-4*.....76
Figura 3.10 *Vista Posterior de Caldera C-4*.....77
Figura 3.11 *Vista Frontal de Caldera C-5*.....78
Figura 3.12 *Vista Posterior de Caldera C-5*.....78
Figura 3.13 *Consumo Mensual de combustible DB5 del 2015 al 2021*.....80
Figura 4.1 *Diagrama de Flujo de la Elaboración del Proyecto de Tesis*.....81
Figura 4.2 *Trazado de Red de Tuberías para GLP*.....119
Figura 4.3 *Trazado de Líneas de Tubería de GNS en el Interior del HRHD*.....128
Figura 5.1 *Diagrama de Flujo del Análisis Económico*.....138

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CAPITULO I

1. PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

1.1. Definición del Problema

El tipo de combustible utilizado para el funcionamiento de máquinas térmicas, es determinante en el costo de operación y mantenimiento de dichos equipos; tal es el caso en el rubro comercial donde hay producción de vapor seco con Calderas Pirotubulares, como en Hospitales públicos y privados a nivel nacional.

Existe una amplia variedad de combustibles en el mercado local, al igual que un abanico de precios, tipo de almacenamiento y beneficios ambientales; por lo que se pueden ordenar en una jerarquía que represente una mayor eficiencia, bajo costo y baja contaminación ambiental; sin embargo se debe contar con los equipos necesarios para la utilización del combustible(s) seleccionado(s).

Además de contar con los equipos necesarios para la utilización de combustibles más eficientes, se debe acondicionar la infraestructura y el medio en donde se realizarán las operaciones, cumpliendo con la normativa vigente nacional e internacional y la supervisión de los organismos del estado que regulan las instalaciones que se deben realizar. Osinergmin es el Organismo Supervisor de todas las instalaciones de Gas Natural y Gas Licuado de Petróleo en el territorio nacional.

A pesar del importante desarrollo y dinamismo alcanzados por la industria peruana del gas natural, prevalece en nuestra colectividad una notable confusión en torno a este combustible, ya que no son pocas las personas que creen que el Gas Natural (GN) y el Gas Licuado de Petróleo (GLP) son denominaciones de un mismo producto; pero esto no es así. (Osinergmin - GART, 2015)

A la fecha actual, en el Hospital Regional Honorio Delgado - HRHD de Arequipa, no se ha realizado el análisis técnico y económico para el cambio de combustible Diesel B5 a combustible Gas Natural Seco GNS y Gas Licuado de Petróleo GLP (HRHD, 2021). La tendencia de los Hospitales de Lima, es de realizar la migración de sus sistemas de combustible tradicionales principalmente de DB5 a sistemas duales GNS/DB5 o

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

GLP/DB5, los cuales tienen acceso inmediato a los combustibles gaseosos mencionados anteriormente.

1.2. Objetivos de la Investigación

1.2.1. Objetivo Principal

Desarrollar el proyecto para el suministro temporal de Gas Licuado de Petróleo hasta el año 2026, y en adelante el suministro de Gas Natural Seco como combustible principal para el Hospital Regional Honorio Delgado de Arequipa, con el fin de reducir el costo de operación para la producción de vapor seco de las Calderas Pirotubulares de la Casa de Fuerza que actualmente operan con Diesel B5 S-50.

1.2.2. Objetivos Específicos

1. Diseñar el sistema de combustible GLP para el funcionamiento temporal de las calderas Pirotubulares en Casa de Fuerza del HRHD hasta el año 2026, para una autonomía de 10 días.

2. Diseñar el sistema de combustible GNS para operar como combustible principal en el HRHD, desde la llegada del Gasoducto Sur Peruano a la ciudad de Arequipa, en adelante, para una potencia máxima de 150 BHP Nominal y un factor de servicio de 1.40.

3. Elaborar un Libro de Cálculo en Ms. Excel para el diseño de diámetros de tuberías y caídas de presión de los sistemas de GLP y GNS.

4. Realizar la selección de quemadores mixtos Gas/Gasoil en las calderas de Casa de Fuerza para operar con GLP y GNS aplicando el índice de Wobbe para la intercambiabilidad de gases combustibles y Diesel B5 S-50.

5. Realizar el Análisis Económico del proyecto, así como la cotización de quemadores, equipos, tuberías, válvulas, accesorios y otros materiales necesarios; el costo de inversión para la implementación del proyecto y su periodo de retorno.

6. Elaborar los planos Generales, Isométricos y de Detalle para la distribución e instalación de las líneas de tubería de los nuevos sistemas de combustible GLP y GNS.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

1.3. Alcances

En la presente tesis, se realiza el diseño de los sistemas de combustible de GNS y GLP que se ubicarán en el interior de la propiedad del HRHD de Arequipa.

El proyecto de suministro de GLP y GNS al HRHD tiene dos momentos o hitos importantes:

Fase I, denominada como el primer momento, es el diseño del sistema de combustible GLP como alternativa al combustible actual DB5 S-50 con el que se viene trabajando en el HRHD. Realizando la migración de combustible, se tendrá un potencial ahorro en el costo de operación que puede justificar el cambio de quemadores simples a quemadores mixtos de combustible gas y líquido. El costo de los quemadores sería el más representativo en la inversión para la implementación del sistema de gas combustible. El primer momento del proyecto debe iniciar su implementación y funcionamiento lo más pronto posible.

Fase II, denominada como el segundo momento, es el diseño del sistema de combustible GNS cuya parte del proyecto tendrá un costo relativamente inferior a la instalación del sistema de combustible GLP, debido a que se utilizarían los mismos quemadores mixtos mencionados en el párrafo anterior, y deben ser seleccionados para entregar la potencia requerida tanto con GLP y GNS, lo cual permite el funcionamiento con los dos tipos de gas combustible, previa regulación. Se debe iniciar la implementación y se debe entrar en funcionamiento con el sistema de combustible GNS cuando finalice la construcción del tramo del Gasoducto Sur Peruano hacia Arequipa y mediante las redes de distribución de GNS cuando lleguen hasta el HRHD.

Para el Hospital Regional Honorio Delgado Espinoza, el diseño del sistema de combustible GNS debe realizarse como una Instalación Comercial con propósito de servicio público (NTP 111.011, 2014). Por otro lado el diseño del sistema de combustible GLP se realiza desde la toma de carga y retorno de vapor hasta la salida del regulador de alta presión con la NTP 321.123 (2012), y se usa la NTP 321.121 (2008) la cual comprende a las Instalaciones Comerciales que van desde los reguladores de alta presión hasta los puntos de conexión de los artefactos que funcionan con GLP; incluyendo tuberías, accesorios y otros componentes.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

El diseño de la instalación del sistema de combustible GLP se realizará bajo la normativa peruana vigente correspondiente; con la ubicación asignada de un punto de abastecimiento a tanques de almacenamiento de GLP por el camión cisterna del proveedor de GLP en el interior del HRHD, y posterior distribución mediante tuberías hasta los puntos donde se encuentren los artefactos.

En el caso de la instalación de Gas Natural Seco, se realizará el diseño bajo la normativa peruana vigente, desde la Estación de Regulación de Presión y Medición ERPM ubicada en el límite de la propiedad, hasta los puntos donde se encuentren los artefactos.

Se denominan como artefactos a los equipos del HRHD que funcionarán con gas combustible GLP o GNS, tales como Calderas Pirotubulares de casa de fuerza, cocinas a gas del área de Nutrición, mecheros de los Laboratorios y conexiones futuras como Grupo Electrógeno y Autoclave para tratamiento de residuos sólidos hospitalarios.

1.4. Justificación

Existe una oportunidad única para muchos usuarios de calderas de vapor de acceder a un combustible a todas luces eficiente, económico y de baja emisión de contaminantes como es el gas natural de Camisea, pero es necesario realizar primero un análisis de factibilidad técnica y económica para cada caso; pues existen varios factores que sopesar como es el tipo y nivel de consumo actual de combustible, estado y antigüedad de la caldera, posibles fallas ya existentes, límite de capacidad, riesgos térmicos con el cambio, entre otros, lo cual tiene que ser evaluado por profesionales experimentados a fin de evitar consecuencias lamentables de una deficiente conversión. (Arroyo Chalco, 2005)

Las calderas construidas para utilizar gas natural no difieren, en su estructura general, de las construidas para quemar fuel-oil. Por este hecho, conservan la facultad de poder utilizar ambos combustibles en régimen mixto. Se comprende que esta posibilidad es recíproca. Técnicamente, el funcionamiento mixto, sea alternativo o simultáneo, supone un compromiso entre los parámetros de regulación propios de cada combustible y, en consecuencia, entre las condiciones óptimas de marcha que podrían obtenerse con un único combustible. A pesar de ello, el compromiso que se adquiere es prácticamente satisfactorio y su incidencia sobre el rendimiento resulta despreciable frente a las ventajas

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

que, en la mayoría de los casos, supone una marcha mixta gas natural-fuel-oil. (Kohan, 2000)

Pardo (2014) de la Dirección de Operaciones de Gas Natural Fenosa, actualmente Naturgy, en su presentación, nos dice: “25 de Julio 2013: se nos adjudica el concurso convocado por el estado peruano para la masificación del gas natural y extender el servicio público de gas por red en 3 regiones, 4 ciudades del suroeste del país. El 31 de Octubre 2013: Firmamos el contrato de concesión con el Gobierno del Perú con un plazo inicial de 21 años, prorrogables hasta 60 años”.

Naturgy (Febrero 26, 2019). En su página web indica: “Gasoducto virtual permite transportar con seguridad y eficiencia, el gas natural a las regiones del sur. Naturgy Perú informó que pese a las dificultades producto de los continuos bloqueos de vías por desastres naturales y protestas sociales ajenas a la empresa, acontecidas durante las últimas semanas, se logró garantizar la total continuidad del servicio público de gas natural para sus más de 12,000 clientes residenciales y decenas de comercios e industrias, en las ciudades de Arequipa, Moquegua, Ilo y Tacna”.

En Lima, el Hospital Nacional Arzobispo Loayza (HNAL, 26 de Abril, 2018) hizo una publicación en donde especifica que: Aproximadamente 60 mil soles mensuales ahorrará el Hospital Nacional Arzobispo Loayza, con la habilitación de conexiones de gas natural para el funcionamiento de lavandería, central de esterilización y cocina central así lo informó la doctora Evelin Ypanaqué Rupay, Directora de la Oficina Ejecutiva de Administración de este establecimiento de salud. La funcionaria explicó, que los equipos de estas áreas funcionan con combustible, por lo que se ha realizado el mantenimiento respectivo para habilitar la conexión a gas natural. Agregó que el proceso de adaptación a este sistema, consideró también la instalación de los ductos, así como la calibración de válvulas. “Hoy hemos concretado una meta con la culminación de la implementación del gas natural, que demandó la inversión de más de 550 mil soles, que se recuperarán en un año con el ahorro que generará el uso del gas”, resaltó la Directora de Administración.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Tesis

Se revisaron estudios que anteceden a la elaboración de la presente tesis, siendo referencias fundamentales que son existentes a nivel nacional, los cuales serán aplicados para validar el presente estudio y lograr la elaboración de la tesis propuesta. Se hizo la revisión de tesis de Pregrado y Posgrado de Profesionales de las especialidades de Ingeniería Mecánica, Mecánica-Eléctrica, Petróleo y Gas. Posteriormente se realizaron también Visitas Técnicas a Hospitales de los departamentos de Ica y Lima que cuentan con el servicio de GNS y GLP en sus instalaciones. También se revisó el boletín tecnológico que elaboró EsSalud con respecto a los beneficios que tiene la nueva tecnología del Gas Natural, y otras publicaciones de profesionales de la especialidad.

2.1.1. Revisión de Tesis Relacionadas

Huamani Aquima (2016), en su tesis elabora el diseño de las nuevas instalaciones térmicas para Hospital Central del Distrito de Majes, desarrolla un diseño para la Generación de Vapor y un Sistema Dual de Combustible para el Hospital Central del Distrito de Majes. El planteamiento del Autor surge debido al requerimiento de construcción de infraestructura para el Hospital Central del Distrito de Majes, ya que los servicios que se brindaban en el Hospital no contaban con estándares mínimos aceptables. En el Cálculo del Sistema de Combustible Dual, el Autor hace referencia a la normativa peruana vigente para el diseño del Sistema de Combustible de Gas Natural. Inicia su diseño determinando la capacidad de la Sala de Generadores de Vapor; de acuerdo a la información recopilada por el Autor, el Hospital cuenta con 03 calderas del tipo Pirotubular: 02 Calderas de potencia de 100 BHP y 01 Caldera de potencia de 50 BHP. Explica que el Hospital funciona diariamente con la potencia de una caldera de 100 BHP por las mañanas y con una caldera de 50 BHP por las tardes. En su diseño, el Autor plantea usar 02 Combustibles, esto significa usar un sistema dual de Diesel 2 y Gas Natural Seco, siendo el combustible principal el Diesel 2 y como combustible secundario el Gas Natural Seco; éste último sería la opción alternativa. Para el diseño de las tuberías hace una referencia al uso de la Ecuación de Renouard Cuadrática, la cual se emplea para el diseño de las tuberías que transportan gases a Media Presión y

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Alta Presión. En su diseño de las Tuberías de Gas Natural, proyecta un consumo de 166.51 m3/h. El Autor optó por usar dos tipos de materiales para las tuberías que distribuyen Gas Natural Seco a las calderas del Hospital; se usan Polietileno para tramos de tuberías enterradas y Acero Negro para los tramos de las tuberías aéreas. Indica que en el diseño de las redes de tuberías para distribución de Gas Natural, la velocidad permisible no debe superar los 30 m/s. Finalmente en una de sus conclusiones nos indica que el Gas Natural sería la opción más adecuada para el funcionamiento del Hospital, esto debido al ahorro energético y menor contaminación al medio ambiente.

Chávez Ordoñez (2017), en su tesis explica cómo realiza el diseño de las instalaciones y redes internas para distribuir Gas Natural Seco en una Planta de Industrial de Cochinilla en la ciudad de Arequipa. El Autor menciona que la Planta trabajaba con GLP (Gas Licuado de Petróleo). En su diseño realizó el dimensionamiento de las tuberías, cálculo de ingeniería, selección de equipos, materiales y accesorios. Aplica Normas Técnicas Peruanas e Internacionales para Gas Natural en sector industrial como la NTP 111.010-2014 y la NTP 111.023-2008. El diseño corresponde a una Instalación Industrial e inicia con dos Estaciones de Regulación y Medición de Presión. La primera estación ERPMP regula la presión desde 8 bar hasta 4 bar, luego la segunda estación ERPS regula la presión desde 4 bar hasta 0.360 bar; para finalmente llegar a las rampas de gas de los equipos con una presión entre 360 y 20 mbar. Recomienda no superar una caída de presión mayor al 10% de la presión de suministro al punto en el que se encuentre el equipo más alejado y no superar la velocidad 30 m/s del Gas Natural a través de las tuberías. En su etapa de cálculo, realizó la equivalencia de energía con los datos de placa de los equipos de la Planta existente, para determinar la demanda requerida de Gas Natural, tales como Calderas Pirotubulares, Hornos y Atomizadores; usa dichos datos para determinar el máximo consumo de 373.29 m3/h de Gas Natural. Para el diseño de las tuberías usa fórmulas matemáticas reconocidas como la Ecuación de Renouard Cuadrática, en donde el material usado fue Acero Negro ASTM A53/A106/API 5L. Para el cálculo de las tuberías, nos recomienda usar el 20% adicional a la longitud real de las tuberías. También realizó la selección de quemadores para las Calderas, Hornos y Atomizadores, los cuales funcionan para quemar GLP y Gas Natural. La marca del quemador que decidió usar, le recomienda usar un Factor de Corrección de Caudal de 1.30 para compensar el efecto de altitud en Arequipa que se encuentra a 2328 m.s.n.m. Finalmente

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

concluye que su diseño requiere una inversión de alrededor de 100,000 US$ y adicionalmente nos indica que el proyecto tendrá un ahorro del 20% en los costos de producción.

Albujar Escudero & Capcha Soto (2011), en su tesis realizan el estudio de la reconversión de un quemador de Petróleo Industrial N°6 para que opere con Gas Natural Seco, el trabajo se realiza en la empresa Vopak Serlipsa en la Provincia Constitucional del Callao. El planteamiento argumenta que el Gas Natural es un combustible al que se puede acceder de las redes existentes de Gas Natural en Lima y Callao. Se basan en demostrar la viabilidad técnica y económica para convertir los quemadores simples de Petróleo Industrial N° 6 al uso de Gas Natural. Las Empresas Instaladoras de GNS Categoría I-G3, tienen dos opciones: la Primera que consta de la sustitución de quemador existente por un quemador de gas o Mixto; y la Segunda opción, convertir el quemador existente al uso de GNS. Debido a que en el Perú no se produce la reconversión de manera comercial, el instalador opta por la sustitución. El estudio se realiza en una caldera de 1,961.98 kW (200 BHP). Indican que la caldera en mención, tiene una eficiencia de 81.925%, y que el caudal requerido de Gas Natural Seco debe ser de 213.54 m3/h. Para el diseño del sistema de Gas Natural Seco, hacen referencia a la Norma Técnica Peruana NTP 111.010 y Catálogos de fabricantes, algunos de los parámetros en su diseño son: una velocidad permisible no mayor a 40 m/s y una máxima caída de presión del 50% entre dos etapas de regulación de presión. Usan la ecuación de Renouard Cuadrática para el diseño de las tuberías para la distribución del GNS. En su evaluación económica comparan la conversión del quemador, con respecto a la sustitución por un quemador nuevo. Concluyen haber alcanzado un ahorro del 30% usando Gas Natural con respecto del Petróleo Industrial N°6, obteniendo un VAN de US$ 201,641.02 y una TIR de 23.1% con la alternativa de reconversión del quemador; desestiman la sustitución por un quemador nuevo. Señalan que en ambos casos, tanto la sustitución o la reconversión del quemador existente, son rentables. Finalmente recomiendan que para calderas que operan con combustible Diesel 2 con potencias menores o iguales a 1’500,000 kcal/h (150 BHP), se realice la sustitución a quemadores mixtos; y para calderas que operan con GLP, únicamente se regule el quemador existente para que funcione con GNS.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Aguilar Bardales (2007), en su tesis elabora una investigación en la que se concentra en la aplicación de la Generación Distribuida (GD) en el Sector de Servicios proyectado al rubro de los Hospitales. La investigación se desarrollada en el Hospital María Auxiliadora, con el objetivo de ejecutar un análisis de viabilidad de las tecnologías de GD basado en el Gas Natural y su uso como alternativa para suplir las demandas de energía térmica y eléctrica del Hospital con GD. Define la Generación Distribuida como aquella generación o almacenamiento de energía eléctrica a pequeña escala, con la opción a interactuar (comprar o vender) con la red eléctrica. Realizó el levantamiento de información de la situación del Hospital, como datos de la operación de su Casa de Fuerza. El combustible para las calderas era Petróleo Residual N°5, con un consumo de 108 000 galones al año, el cual representaba un costo de US$ 226 436, y un consumo de energía eléctrica de 1 466.29 MWh/mes para todo el hospital. Hace referencia a la Normativa Técnica Peruana basándose en la NTP 111.010; realiza el diseño de las tuberías aplicando fórmulas reconocidas como la Ecuación de Renouard Cuadrática. Determina que el consumo de Gas Natural equivalente al Combustible Actual, es de 424 852 m3/mes y un caudal estimado de 61 m3/h. El Autor nos indica que Gas Natural Seco que distribuye la empresa Cálidda en Lima y Callao, atraviesa la red troncal de diámetro de 20” y la ramificación sería de 8” a una presión de 10 bar en las inmediaciones. En su diseño considera una presión de suministro 4 bar en la ERM; considerando una velocidad máxima de 25 m/s para el gas natural en el interior de la tubería. En su análisis económico selecciona una de 03 alternativas propuestas para la planta de Generación Distribuida. Con la opción más factible la inversión debe ser de US$ 533 589, obteniéndose un VAN positivo de US$ 1 067 936 y una TIR del 35% en un periodo de retorno simple de 4 años. A pesar de las variaciones de los indicadores económicos (VAN, TIR, Inversión, etc.) con respecto a las variaciones de precio que pueden sufrir: los equipos, los combustibles y los costos de Mantenimiento, (en un rango de variación posible entre el -5 y el 20%), el estudio realizado es factible y de mejora a nivel Energético, Ambiental y Económico.

Chavez Ñahuinripa (2005), en su tesis, desarrolla su proyecto debido a que surge la oportunidad que ofrece la Ley de Promoción y Desarrollo de la Industria del Gas Natural, mediante la Empresa Concesionaria de Gas Natural en Lima y Callao se realiza la construcción de redes de distribución de Gas Natural a los principales centros de consumo denominados “Cluster”; la Empresa Textil San Cristóbal se encuentra en el

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

"Cluster" Carretera Central en Lima. El objetivo fundamental del Autor, es realizar un estudio Técnico y Económico para la ejecución de la conversión de Gas Natural de los equipos térmicos de la Planta Textil que actualmente utilizan combustibles GLP, Residual 500 y Residual 4. El Sistema de Vapor de Agua funciona con calderas de 600 BHP y 700 BHP que operan con Petróleo Residual 500, el Sistema de Aceite Térmico con calderas de 930 kW y 1453 kW, el Sistema de Secado que funcionaba con GLP, un Grupo electrógeno que funcionaba con Diesel 2, Cocinas y Thermas que funcionaban con GLP. El autor recomienda implementar un sistema Back Up con Diesel 2 y GLP/Aire para que funcione en caso de que el Sistema de Gas Natural sufra una falla o avería. El diseño lo realiza basándose en la Norma Técnica Peruana NTP 111.010. Para el diseño de las tuberías utiliza la Ecuación de Renouard Cuadrática y la Ecuación de Poole. En su diseño considera instalar una ERPMP primaria y una ERPS secundaria, para la línea de tubería debe considerarse una caída de presión no mayor al 10% de presión regulada hasta los equipos que usaran el servicio. Para todos los puntos de instalación, la velocidad debe ser inferior a 25 m/s para evitar vibraciones, ruidos excesivos y erosión en las tuberías. Finalmente el Autor concluye que el uso del Gas Natural le permite conseguir un ahorro del 40% y otros beneficios como la disponibilidad y continuidad de suministro, muy buena eficiencia de combustión y mejor comportamiento con el medio ambiente, se reduce considerablemente la formación del hollín que se produce con los combustibles tradicionales. La inversión estimada del proyecto es de US$ 300 000, se obtiene un VAN positivo de US$ 6 273 463.09 y una TIR del 54% con un tiempo de retorno de la inversión es de 3 meses, datos que garantizan la factibilidad económica del proyecto.

Lopez Marcos (2011), en su tesis realiza su investigación en una planta textil, en donde utilizan equipos que funcionan con vapor de agua y aceite térmico. El objetivo del Autor es demostrar las ventajas económicas, ambientales y de seguridad cuando se opta por reemplazar los combustibles líquidos tradicionales por Gas Natural. En la Planta Textil, los equipos son básicamente Calderas Pirotubulares que funcionan con combustibles líquidos Diesel 2 y Petróleo Industrial 6. En la planta Textil tienen 02 Calderas Pirotubulares para generación de Vapor de Agua (01 Caldera de 200 BHP y 01 Caldera de 150 BHP) y 01 Caldera para Aceite Térmico de 2930 kW. El Autor realiza la recopilación de datos de operación de los equipos térmicos, para luego hacer una equivalencia del consumo proyectado de Gas Natural Seco. Considera variables

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

importantes como: la potencia de cada equipo, el consumo de combustible, el tipo de combustible usado, el tiempo de operación, la eficiencia de los equipos, etc. Realiza el diseño de la instalación de gas natural, al cual le corresponde una instalación de tipo industrial, aplicando la Norma Técnica Peruana NTP 111.010 y EM 040. En el dimensionamiento del sistema de Gas Natural, considera un caudal máximo de 556.54 m3/ h. En su diseño contempla usar una ERPMP y una ERPS para la distribución del Gas Natural en el interior de la Planta Textil. Para el dimensionamiento de las tuberías usa la Ecuación de Renouard Cuadrática para Media Presión y Alta Presión. En el resumen de sus cálculos muestra que el material utilizado es acero al 100%. Señala que para el sistema de combustión se debe realizar el remplazo de los quemadores simples existentes, y migrar a quemadores duales para Diesel 2 / Gas Natural. Finalmente el Autor realiza la evaluación económica del proyecto, donde logra obtener los un VAN de US$ 1 643 547.08 con un tiempo de recuperación de 16 meses y una TIR de 5.83%, por lo que el proyecto es considerado factible. El autor concluye también que con la ejecución del proyecto el ahorro neto de US$ 105 363.96 mensuales, esto dado por la sustitución de los combustibles líquidos tradicionales a Gas Natural, ya que representa esencialmente una reducción de costos por operación y mantenimiento.

López Medina (2016), en su tesis, nos muestra como realiza el diseño de un sistema de combustible GLP para la mejora integral del Hospital Regional de Chimbote; las mejoras constan de Impacto Energético, Técnico, Económico y Ambientales positivos. Tiene como referencia usar la Normativa Peruana vigente como la NTP 321.121 y NTP 321.123 para el diseño de tuberías, selección e instalación del sistema de GLP. El autor presenta una hipótesis en la que indica una mejora económica del 5% para una Caldera Pirotubular de 70 BHP. El Autor realizó entrevistas a los técnicos que trabajan en la casa de fuerza del hospital operando las calderas para obtener el diagnostico operativo de las calderas, como el consumo de combustible Diesel B5, el cual permite conocer su equivalente en energía y costo. El Autor plantea el cambio de combustible de Diesel B5 a GLP, porque nos hace referencia a que el costo del combustible Diesel B5 es muy elevado y está sujeto a la volatilidad de los precios debido al Mercado Internacional. El Autor realiza el diseño para la autonomía de los depósitos de almacenamiento de GLP, para que el hospital no quede desabastecido de éste nuevo combustible. Considera que el sistema de GLP, puede o no contar con un vaporizador para regasificar el GLP líquido almacenado; dependiendo de la demanda de la caldera y luego de la capacidad propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

del tanque de almacenamiento. También realiza el diseño de la tubería del sistema de GLP para distribuir el combustible en la Casa de Fuerza, utiliza fórmulas reconocidas como la fórmula de Renouard Cuadrática, y establece la velocidad máxima de 15 m/s para GLP en fase gas. Define como un aspecto muy importante la selección de un quemador dual para los combustibles Diesel B5 y GLP. Señala que la potencia debe ser la adecuada y en su investigación particularmente le asigna un margen del 25% adicional como un factor de servicio a la potencia que determinó inicialmente. Finalmente realiza una evaluación económica para un periodo de 10 años, en donde calcula principalmente el Valor Actual Neto (VAN) con un valor positivo de USD 65 275.46, y una Tasa interna de Retorno (TIR) con un valor de 781.5% y un periodo de recuperación menor a 2 meses, lo cual demuestra que existe rentabilidad en el proyecto.

Diaz Marcos (2018), en su tesis realiza el planteamiento de los problemas que se identificaron durante el periodo de tiempo que realizó su informe de tesis, señala que el estudio se realiza en una Empresa que fabrica papel en la ciudad de Arequipa. Menciona que la Empresa cuenta con dos calderas Pirotubulares de 300 BHP y 600 BHP, las cuales funcionan con Petróleo Industrial N°6. La Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), aplicando “La Política de Salud Ambiental 2011 - 2020”, venía advirtiendo que es necesario el cambio de combustibles por alternativas que sean más amigables con el medio ambiente. El Autor, tiene como objetivo realizar la modificación del sistema de combustión existente de las calderas Pirotubulares para usar el GLP, con el fin de disminuir la contaminación ambiental. El Autor identifica los equipos que intervienen en su estudio y hace un diagnóstico de su estado actual y los datos históricos de consumo de combustible, así como los datos de placa de los equipos. Realiza el diseño del sistema de GLP cumpliendo con las NTP 321.123 y NTP 321.120; aplica la Ecuación de Renouard Cuadrática y en su diseño de tuberías opta por usar Acero al 100%. Realiza el cálculo para la autonomía del tanque de GLP para un periodo estimado de 4 días, también el uso de un tanque de 20 000 galones que será instalado soterrado, y además el uso vaporizadores de fuego directo y un decantador. En su tesis desarrolla la alternativa al cambio de combustible con GLP, pero también recomienda que se realice la instalación de Gas Natural cuando se tenga la distribución del mismo en la Ciudad de Arequipa, para obtener mayores beneficios tanto ambientales como económicos. En su análisis de costos el Autor estima que el presupuesto es de S/. 578 082 para ejecutar el proyecto, teniendo en cuenta que existirá un sobrecosto mensual

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

entre S/. 15 715.35 a S/. 23 974.99 cuando se realice el cambio de combustible a GLP. Éste sobrecosto representa entre el 2.9% al 3.9% del costo de operación actual, usando Petróleo Industrial N°6. Concluye que a pesar de no ser un proyecto de ahorro energético y económico, si contribuye a la conservación del medio ambiente; las emisiones de los gases de las calderas cuando operan con GLP son mucho menos contaminantes con respecto del Petróleo Industrial N°6.

2.1.2. Visitas Técnicas Realizadas

1. Hospital Nacional Arzobispo Loayza (Comunicación personal, Junio, 2019). El *Hospital Nacional Arzobispo Loayza* en adelante HNAL, es un hospital acreditado con la categoría III – 1 de nivel de Complejidad e inaugurado en el año 1924, en la actualidad éste nosocomio tiene alrededor de 800 camas, cuenta con los servicios tales como Lavandería, Nutrición (Cocina) y Centro de Esterilización, utilizando vapor saturado generado en las calderas de la Casa de Fuerza, que es distribuido por líneas de tuberías de acero hacia los equipos en cada área, también se da la recuperación de condensado de agua a elevada temperatura hacia la casa de fuerza, formando así un ciclo cerrado. La generación de Vapor Saturado mediante Calderas Pirotubulares se realizaba usando combustible Diesel 2 o Diesel B5 hasta Abril del año 2018, posterior a esa fecha, se realizó el cambio de combustible a Gas Natural Seco suministrado por Cálidda, Gas Natural de Lima y Callao S.A.; la cual es la empresa encargada de la distribución del servicio a nivel Lima-Callao en el Perú. El proyecto “MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTURA DEL SISTEMA DE SUMINISTRO DE COMBUSTIBLE DEL HOSPITAL NACIONAL ARZOBISPO LOAYZA” fue elaborado por la Oficina de Servicios Generales y Mantenimiento, el cual data desde Junio del 2015, año en el que ya se evaluaban los Términos de Referencia, el Expediente del Servicio de Mantenimiento y la Factibilidad del Suministro de Gas Natural.

   El objetivo principal para visitar las Instalaciones de la Casa de Fuerza del Hospital Nacional Arzobispo Loayza se dio con el fin de realizar un levantamiento de información que será referido como estado del arte, en el desarrollo de la presente Tesis para la obtención del título de Ingeniero Mecánico, también fue necesario para recopilar información de los Hospitales que cuentan con el servicio de Gas Natural en la actualidad, realizar el levantamiento de Potencia Instalada en Calderas y

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Consumo de Combustible, Identificar el Tipo de Instalación de Gas Natural y la Categoría Tarifaria que le corresponde al HNAL, realizar una breve reseña sobre el Combustible que usaban años anteriores al Gas Natural y el combustible que usan actualmente como contingencia, y describir el impacto en el costo para el HNAL desde que usan el Gas Natural como Combustible principal.

El HNAL cuenta con el servicio de GNS desde Abril del año 2018, con una instalación de tipo Comercial y una facturación con una tarifa de categoría CAT-IP. Para la ejecución del proyecto, inicialmente el HNAL elaboró una solicitud de Factibilidad de Suministro emitido a la empresa concesionaria del servicio de Gas Natural, cuando la solicitud fue aprobada, se realizó la formulación del proyecto y el Valor Referencial del Proyecto ascendía a S/. 360 694.73 para contar con las instalaciones internas del sistema de combustible Gas Natural Seco y un monto de S/. 52 928.71 por el derecho de conexión, inspección, supervisión, habilitación y accesorios para el ingreso a la acometida desde el exterior hasta la ERPM. El plazo de la ejecución del proyecto fue de 90 días calendario.

En la Figura 2.1 se puede observar una instalación típica de una Estación de Regulación de Presión y Medición ERPM para Gas Natural.

Figura 2.1

Estación de Regulación de Presión y Medición ERPM para GNS



Fuente: HNAL (2019)

La presión de suministro por parte de Cálidda es de 5 barg (máx.) – 1 barg (mín.). Siendo la presión regulada de 340 mbar para el servicio del HNAL.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

En la Figura 2.2 se muestra el recinto de la ERPM, la cual debe estar en los límites de la propiedad de la institución y con accesibilidad grado 2 para que el concesionario pueda realizar la inspección y medición del consumo mensual desde el exterior de la institución.

Figura 2.2

ERPM con Acceso Desde el Exterior del HNAL



Fuente: HNAL (2019)

El abastecimiento de vapor de agua diariamente se realiza en una jornada desde las 6:00 am hasta las 7:00 pm, son 13 horas totales sin contar los tiempos muertos en los que la caldera hace paradas, esto hace que las horas efectivas de funcionamiento de la caldera sean menores. La Institución tiene 03 calderas de 150 BHP, sin embargo solo 02 de ellas se encuentran operativas, las cuales funcionan de manera alternada.

El consumo con Diesel B5 era de 236 galones por día y en un mes utilizaban hasta 7 080.00 galones, lo cual representaba un gasto de S/. 98 836.80 cada mes. Sin embargo actualmente el consumo de Gas Natural es de 28 143.57 Sm3/mes y en promedio S/. 25 682.52 mensuales, pudiéndose alcanzar un ahorro en el costo de combustible hasta más del 70%. La categoría tarifaria que le corresponde al HNAL es CAT-IP, la cual le corresponde a todas las instituciones públicas del estado peruano y corresponde a escuelas, hospitales, centros de salud entre otros, de

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

acuerdo al Pliego Tarifario de Cálidda independientemente del tipo de instalación y del consumo de combustible.

La instalación del sistema de combustible Gas Natural fue de acuerdo a la normativa peruana vigente.

En la Figura 2.3 se muestra una de las calderas del HNAL en la cual actualmente tienen un sistema dual de combustibles, los cuales constan de Diesel B5 y Gas Natural Seco.

Figura 2.3

Caldera Pirotubular de 150 BHP con Quemador Dual GNS/DB5



Fuente: HNAL (2019)

En el recorrido de las líneas de tuberías se pudieron corroborar que existen instalaciones aéreas y soterradas, siendo los materiales predominantes el acero en instalaciones aéreas como se muestra en la Figura 2.4.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Figura 2.4

Tubería de Acero para GNS – Aéreo

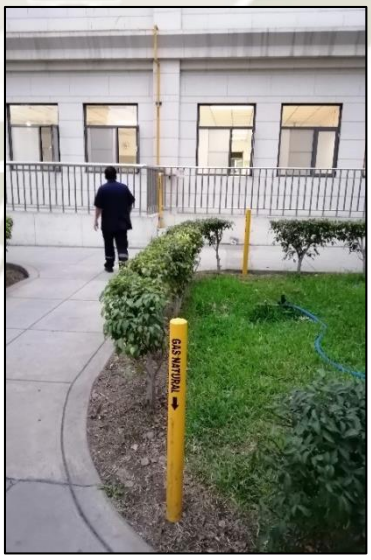


Fuente: HNAL (2019)

En los tramos de tubería enterrada, los materiales son de polietileno. En la Figura 2.5 se observan los postes de señalización de paso de tuberías de gas natural.

Figura 2.5

Tubería de Polietileno (PE) para GNS – Bajo Tierra



Fuente: HNAL (2019)

En la Figura 2.6 se muestra la franja de la vereda que fue removida y reparada, por donde se realizó el tendido de las líneas de tubería de gas natural.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Figura 2.6

Reparación de Acera Posterior a Instalación de Tubería Enterrada para GNS



Fuente: HNAL (2019)

2. Instituto Nacional de Salud del Niño (Comunicación personal, Junio, 2019). El *Instituto Nacional de Salud del Niño* en adelante INSN, es un Instituto Especializado acreditado con la categoría III – 2 nivel de Complejidad e inaugurado en noviembre de 1929, en la actualidad ésta institución pública tiene alrededor de 460 camas y cuenta con los servicios tales como Lavandería, Nutrición (Cocina) y Centro de Esterilización, Calentadores, utilizando vapor saturado generado en las calderas de la Casa de Fuerza, el vapor de agua es distribuido por líneas de tuberías de acero hacia los equipos de cada área. La generación de Vapor Saturado mediante Calderas Pirotubulares se realizaba usando combustible Diesel 2 o Diesel B5 hasta el año 2012, posterior a la fecha indicada se realizó el cambio de combustible a Gas Natural Seco suministrado por Cálidda, Gas Natural de Lima y Callao S.A.; la cual es la empresa encargada de la distribución del servicio a nivel Lima-Callao en el Perú.

Al igual que las visitas que se realizaron a otros hospitales, el objetivo principal para visitar las Instalaciones de la Casa de Fuerza del INSN, se dio con el fin de realizar un levantamiento de información que será referido como estado del arte para el desarrollo de la presente tesis para la obtención del título de Ingeniero Mecánico. Fue necesario para recopilar información y realizar una breve reseña sobre el Combustible que usaban años anteriores al Gas Natural y el combustible

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

que usan actualmente como contingencia, y describir el impacto en el costo desde que usan el Gas Natural como Combustible principal.

En la Figura 2.7 se muestra una caldera pirotubular de espalda húmeda de 200 BHP con quemador mixto GNS/ DB5.

Figura 2.7

Caldera Pirotubular con Quemador Dual GNS/DB5 en el INSN



Fuente: INSN (2019)

El abastecimiento de vapor de agua en un día convencional, se realiza en una jornada desde las 4:30 am hasta las 9:30 pm, son 17 horas totales sin contar tiempos muertos en los que la caldera hace paradas, esto hace que las horas efectivas de funcionamiento de la caldera sean menores. El Hospital cuenta con 03 calderas, pero solo una caldera de 200 BHP se encuentra operativa.

Anteriormente el consumo de combustible Diesel B5 era de 260 galones por día y en un mes utilizaban hasta 7 800.00 galones, lo cual representaba un gasto de S/. 108 888.00 cada mes. Sin embargo actualmente el consumo de Gas Natural es de 23 433.12 Sm3/mes y un costo promedio de S/. 21 267.90 mensuales, pudiéndose alcanzar un ahorro en el costo de combustible hasta el 80%. La categoría tarifaria que le corresponde al INSN es CAT-IP, la cual le corresponde a todas las instituciones públicas del estado peruano. La instalación del sistema de combustible Gas Natural fue de acuerdo a la normativa peruana vigente.

En la Figura 2.8 se muestra el recinto de la ERPM del INSN, el cual cumple con las características de accesibilidad grado 2 desde el exterior y un poste de señalización de paso de tubería de gas natural.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Figura 2.8

Estación de Regulación de Presión y Medición ERPM para GNS



Fuente: INSN (2019)

El INSN actualmente cuenta con el servicio de GNS de manera contínua y con los beneficios, tanto ambiental como económico. Todas las instalaciones cumplen con los requisitos mínimos de la normativa peruana. En el recorrido de las líneas de tuberías en el interior del INSN, se pudieron corroborar que existen únicamente instalaciones aéreas, siendo el material base el acero en instalaciones superficiales.

En la Figura 2.9 podemos observar la instalación de la línea aérea de tubería de acero para el Gas Natural, sobre una soporteria que funciona como puente para dar paso a la tubería de un pabellón a otro.

Figura 2.9

Soporte Aéreo para la Tubería de Acero para GNS



Fuente: INSN (2019)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

En la Figura 2.10 podemos observar una válvula de corte de 1/4 de vuelta para el cierre rápido de del servicio de GNS, la se encuentra en el interior de Casa de Fuerza para su rápido acceso en el caso de incidentes.

Figura 2.10

Acceso a Válvula de Corte de GNS en Casa de Fuerza del INSN



Fuente: INSN (2019)

En la Figura 2.11 se muestra la instalación típica de las tuberías aéreas con su correspondiente soporteria, cuya distribución se realiza hasta las áreas que requieren el servicio de gas natural.

Figura 2.11

Tuberías Aéreas de GNS para Laboratorios en el INSN



Fuente: INSN (2019)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

3. Hospital Nacional Cayetano Heredia (Comunicación personal, Junio, 2019). El *Hospital Nacional Cayetano Heredia* de Lima en adelante HNCH, es un hospital acreditado con la categoría III – 1 nivel de Complejidad, fundado en el año 1968. En la actualidad éste nosocomio tiene alrededor de 530 camas y cuenta con los servicios tales como Lavandería, Nutrición (Cocina), Centro de Esterilización, utilizando vapor saturado generado en las calderas de la Casa de Fuerza, el vapor de agua es distribuido por líneas de tuberías de acero hacia los equipos de cada área. El objetivo de realizar la visita a la casa de fuerza del HNCH, fue realizar un levantamiento de información con respecto a los combustibles GLP y DB5 que usan en dicha institución para que en adelante sea una referencia fundamental en la elaboración de la presente tesis.

   La generación de Vapor Saturado mediante Calderas Pirotubulares se realiza usando combustible GLP como combustible principal y Diesel B5 como combustible alternativo en caso de contingencia, el hospital no cuenta con la instalación y suministro de GNS.

   El abastecimiento de vapor de agua en un día convencional, se realiza en una jornada desde las 5:30 am hasta las 12:00 pm en el primer turno; luego desde las 2:00 pm hasta las 5:00 pm en el segundo turno y desde las 7:30 pm hasta las 11:00 pm en el tercer turno con entretiempos de descanso, son 13 horas totales sin contar con los tiempos muertos en los que la caldera hace paradas, esto hace que las horas efectivas de funcionamiento de la caldera sean menores.

   Son 03 calderas de diferente modelo, marca, y distinta procedencia, de las cuales solo 02 se encuentran operativas, con capacidades de 100 BHP y 150 BHP, diariamente se pone en funcionamiento una caldera y el funcionamiento de dichas calderas se alterna de manera mensual.

   En la Figura 2.12 se muestran las calderas de la casa de fuerza del HNCH cuyos quemadores son mixtos para su funcionamiento con GLP y DB5.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Figura 2.12

Calderas Pirotubulares de Casa de Fuerza



Fuente: HNCH (2019)

Se registra que las Calderas de Casa de Fuerza diariamente tienen un consumo de combustible GLP de 342 galones por día en promedio y en un mes utilizan hasta 10 260.50 galones, lo cual representa actualmente un gasto de S/. 56 432.75 mensuales registrado en el 2019, de acuerdo a los datos recopilados.

En la Figura 2.13 se muestra la distribución de 03 tanques de almacenamiento de GLP de 1000 galones cada uno, y un vaporizador de fuego directo que es usado para vaporizar GLP líquido, los cuales fueron instalados sobre el techo de la casa de fuerza del HNCH.

Figura 2.13

Tanques de Almacenamiento de GLP y Vaporizador Sobre Techo



Fuente: HNCH (2019)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Adicionalmente tienen 02 tanques instalados en la parte posterior de la casa de fuerza al nivel del suelo, de 1000 galones cada uno.

El HNCH tiene un volumen de almacenamiento total de 5000 galones nominal de GLP, los cuales se encuentran interconectados entre sí a una presión de 7.4 barg y cuenta también con reductores de presión hasta 1.2 barg.

En la Figura 2.14 se puede observar el camión cisterna del proveedor que realiza el abastecimiento de combustible GLP al HNCH cada 15 días de acuerdo al contrato que suscribieron. Según el contrato se puede realizar la compra de hasta 11 500 galones en un mes, de acuerdo a la demanda de combustible que se requiera para abastecer la producción de vapor de agua al Hospital.

Figura 2.14

Abastecimiento de GLP a los Tanques de Almacenamiento



Fuente: HNCH (2019)

A pesar de que el GLP es un combustible mucho más limpio que el Diesel B5, éste puede ser reemplazado por el GNS, el cual es mucho más económico y limpio que el GLP. Por lo que para el HNCH se puede proponer también una mejora para su sistema de combustible. A futuro, al HNCH le corresponde una instalación de GNS de tipo Comercial y una facturación con una tarifa de categoría CAT-IP, la cual hace referencia a las instituciones públicas. Con el GNS el consumo de combustible proyectado sería de 30 282.92 Sm3/mes y tendría una facturación en promedio de S/. 27 636.20 mensuales, tomando como referencia los costos unitarios del combustible de la facturación del HNAL.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

4. Hospital Regional de Ica (Comunicación personal, Junio, 2019). El *Hospital Regional de Ica* en adelante HRI, es un hospital acreditado con la categoría III – 1 nivel de Complejidad, fundado en el año 1964, posterior al terremoto del 15 de Agosto del 2007 la infraestructura quedo inhabilitada en un 70%, por lo cual se realizó la reconstrucción del Nuevo Hospital Regional de Ica, la nueva y moderna infraestructura fue inaugurada en Junio del 2012. En la actualidad éste nosocomio tiene alrededor de 249 camas y cuenta con los servicios tales como Lavandería, Nutrición (Cocina), Centro de Esterilización, Laboratorio, Acopio, Calentadores, utilizando vapor saturado generado en las calderas de la Casa de Fuerza, el vapor de agua es distribuido hacia los equipos de cada área del Hospital.

   La generación de Vapor Saturado mediante Calderas Pirotubulares se realiza usando combustible GLP como combustible principal y DB5 como combustible alternativo en caso de contingencia, el HRI no cuenta con la instalación y suministro de GNS.

   El objetivo principal de realizar la visita al HRI es conocer las Instalaciones de la Casa de Fuerza del Hospital, la cual está bajo supervisión de la Oficina de Servicios Generales y Mantenimiento; con el fin de realizar un levantamiento de información que será referido como estado del arte, para el desarrollo de la presente tesis para obtención del título de Ingeniero Mecánico.

   En la visita se recopiló información sobre el funcionamiento del Hospital, se hizo el levantamiento de la Potencia Instalada en Calderas, el consumo de Combustible actual y se conoció el Sistema de Combustible GLP. El abastecimiento de vapor de agua en un día convencional, se realiza en una jornada desde las 6:00 am hasta las 7:00 pm con entretiempos de descanso, son 13 horas totales con tiempos muertos en los que la caldera hace paradas, esto hace que las horas efectivas de funcionamiento de la caldera sean menores.

   En la Figura 2.15 se pueden observar las Calderas Pirotubulares del HRI, las cuales son del mismo modelo y marca, ambas se encuentran operativas con capacidades de 150 BHP cada una.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Figura 2.15

Calderas de Casa de Fuerza en el HRI



Fuente: HRI (2019)

Diariamente se pone en funcionamiento 01 caldera y el funcionamiento de las calderas es alternante mensualmente.

Actualmente el Hospital funciona con un sistema dual de combustible DB5 y Gas Licuado de Petróleo GLP, tienen 01 Tanque con capacidad de almacenamiento de 2500 galones para combustible Diesel Gasóleo DB5 y 01 Tanque Diario con capacidad de almacenamiento de 180 galones para el funcionamiento de las calderas de la Casa de Fuerza. Aunque el HRI tiene el sistema de GLP instalado, aun funciona eventualmente con Diesel B5 con un consumo de combustible de 80 galones/día en promedio, esto representa un costo de S/. 33 504.00 mensuales usando Diesel B5 al 100% en un mes.

Por otro lado también operan con combustible GLP alrededor de 116 galones/día en promedio, lo cual representa S/. 19 229.29 mensuales operando con GLP al 100% en un mes. El ahorro que se logra usando GLP con respecto al DB5 es de 42.6%.

El HRI cuenta con un tanque de almacenamiento de GLP como se muestra en la Figura 2.16, el cual tiene una capacidad de 1000 galones.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Figura 2.16

Tanque de Almacenamiento de GLP en Superficie



Fuente: HRI (2019)

En la Figura 2.17 se puede apreciar la instalación actual del tren de válvulas de GLP para una de las calderas de 150 BHP del HRI.

Figura 2.17

Tren de Válvulas de GLP en una Caldera de 150 BHP



Fuente: HRI (2019)

En Ica la empresa que se encarga de la distribución de GNS es CONTUGAS S.A.C., el HRI actualmente no cuenta con el servicio de GNS, pero es posible realizar la solicitud de factibilidad de suministro y de ser favorable, se puede alcanzar un ahorro de hasta el 51.3% con respecto del GLP o un ahorro del 72.1% con respecto del Diesel B5. Adicionalmente la inversión para obtener el servicio de GNS sería relativamente bajo con respecto de otras instituciones, puesto a que ya

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

cuentan con el quemador dual y únicamente se requiere la instalación del sistema de tuberías para GNS.

5. Hospital Regional Santa María del Socorro (Comunicación personal, Junio, 2019). El *Hospital Regional Santa María del Socorro* de Ica en adelante HRSMS, es un hospital acreditado con la categoría II – 1 nivel de Complejidad, transferido al Ministerio de Salud en el año 1977, posterior al terremoto del 15 de Agosto del 2007 la infraestructura quedo inhabilitada por lo cual se realizó la reconstrucción del Nuevo Hospital Regional Santa María del Socorro. La nueva y moderna infraestructura fue inaugurada en Marzo del 2013; en la actualidad éste nosocomio tiene alrededor de 110 camas y cuenta con los servicios tales como Lavandería, Nutrición (Cocina), Centro de Esterilización, Residuos Sólidos, Calentadores, utilizando vapor saturado generado en las calderas de la Casa de Fuerza, el vapor es distribuido por líneas de tuberías de acero hacia los equipos de cada área.

   El abastecimiento de vapor de agua en un día convencional, se realiza en una jornada desde las 5:00 am hasta las 6:00 pm con entretiempos de descanso, son 13 horas totales sin contar los tiempos muertos en los que la caldera hace paradas, esto hace que las horas efectivas de funcionamiento de la caldera sean menores.

   En Figura 2.18 se muestran 02 calderas de la Casa de Fuerza del HRSMS las cuales son del mismo modelo y marca con capacidades de 100 BHP cada una, ambas se encuentran operativas.

Figura 2.18

Calderas en Casa de Fuerza



Fuente: HRSMS (2019)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Diariamente se pone en funcionamiento 01 caldera y el funcionamiento de las calderas es de manera alternada mensualmente.

La generación de Vapor Saturado mediante Calderas Pirotubulares se realiza usando combustible GLP como combustible principal y DB5 como combustible alternativo en caso de contingencia, cabe mencionar que el hospital no cuenta con la instalación y suministro de GNS a pesar de que las Redes de GNS bajo concesión de CONTUGAS se encuentran a una distancia de no más de 20 metros de la Casa de Fuerza del HRSMS.

El HRSMS cuenta con 01 tanque de almacenamiento de GLP soterrado, tal como se muestra en la Figura 2.19, a dicho tanque se tiene acceso por la parte superior y se encuentra aislado con un cerco perimetral.

Figura 2.19

Tanque de Almacenamiento de GLP Soterrado



Fuente: HRSMS (2019)

Para las Calderas en Casa de Fuerza se tiene registrado que cada 15 días se realiza el consumo del 70% del tanque (700 galones), diariamente tienen un consumo de combustible GLP en promedio de 46.62 galones/día lo cual representa un total de 1 398.49 galones mensuales y un costo de S/. 7,691.72 mensuales, de acuerdo a lo que indican los operadores de las calderas en Casa de Fuerza. A pesar de no contar con el servicio de GNS, la instalación y la utilización del GNS como combustible principal para el HRSMS tendría un impacto positivo en el costo mensual que asume el Hospital, debido al precio del GNS con respecto al

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

combustible GLP y se tendría un ahorro superior al 51% de lo que se gasta actualmente.

Al HRSMS le correspondería una instalación de GNS tipo Comercial y una facturación con una tarifa de categoría CAT-IP, la cual hace referencia a las instituciones públicas como colegios, hospitales y otros. Al igual que el HRI, el costo de inversión para el proyecto de instalación del Sistema de Combustible GNS, sería sustancialmente reducido debido a que ya cuentan con los quemadores mixtos de Gas y Diesel.

2.1.3. Boletín Tecnológico

1. EsSalud (2008) nos hace referencia a la contínua alza de los precios del petróleo, lo cual representa una afectación a los países importadores de este combustible como es el caso del Perú; lo cual nos obliga a buscar alternativas para la solución de ésta crisis energética. Es por ello que la mejor opción es el uso del Gas Natural por sus ventajas técnicas, económicas y ambientales, el cual es un combustible que usado a nivel industrial es considerado el más limpio entre todos los combustibles tradicionales.

   EsSalud nos indica que en base al año 2008, tenían alrededor de 64 Calderas del tipo Pirotubular con potencias desde 20 BHP hasta 500 BHP, las cuales funcionaban con Diesel 2 en su totalidad; también contaba con 47 Incineradores de 50 kg/h hasta 150 kg/h que funcionaban con Diesel 2 y también contaban con 06 Calentadores a petróleo de 300 galones cada uno; también tenían artefactos eléctricos de gran consumo, 250 Thermas Eléctricas de capacidades de 50 litros hasta 80 litros. A nivel nacional EsSalud es una Red Asistencial que al año 2008 registraba un alto consumo de combustible Diesel 2. En su estudio, hace énfasis a 03 impactos negativos debido al uso de Diesel 2, el primero menciona que el precio de los combustibles importados tiene variaciones de costo y una tendencia a una alza contínua; el segundo hace referencia al impacto técnico el cual se ve reflejado en la frecuencia de los trabajos de mantenimiento que son requeridos, haciendo que sean relativamente caros y el tercero menciona el impacto ambiental debido a que los gases de la combustión contienen material particulado, Dióxido de Azufre (SO2) y Óxidos de Nitrógeno (NOx) los cuales tienen efectos ambientales negativos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Cada centro asistencial de salud debe tener en cuenta lo siguiente:

- Para el desarrollo de la ingeniería se debe tener en cuenta el cumplimiento de la normativa vigente.
- Debe contarse con una estación de regulación de presión y medición ERPM la cual debe tener filtros, reguladores, medidor, manómetros, válvulas y otros elementos necesarios que cumplan con las especificaciones de las normas vigentes.
- Deben contar con Quemadores adecuados de llama progresiva y modulante, control y seguridad electrónicos.
- Los proyectos deben ser visados y certificados por empresas especializadas y registradas en el organismo competente del MINEM y Osinergmin.

De acuerdo a lo indicado en el boletín tecnológico, un caldero tiene una vida útil de 25 años para operar con la eficiencia debida. En el estudio de la Evaluación Económica establecieron el ahorro por el cambio de combustibles en equipos típicos, en donde se han tomado los casos más representativos para ilustrar el potencial de ahorro económico.

Caso 1: Caldero Pirotubular que usa combustible Diesel 2.

- Para éste caldero la potencia es de 100 BHP
- Consumo promedio de combustible es de 2500 galones de Diesel 2
- Costo del Diesel 2 era de 29.52 US$/MMBTU
- Costo del Gas Natural era de 5.15 US$/MMBTU
- Costo del GLP era de 25.11 US$/MMBTU

Si la energía mensual base era de 327.59 MMBTU, para ése equipo usando el GNS como combustible principal se tendría un ahorro de US$ 95 800 en un año, es decir un ahorro del 82.55% con respecto del Diesel 2. Sin embargo con el GLP el ahorro solo sería US$ 17 336 anuales, lo cual equivale al 14.93% de ahorro con respecto del Diesel 2.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

De acuerdo a lo indicado en el Boletín Tecnológico, en Lima se consideró realizar el cambio de combustibles de 04 calderas Pirotubulares de combustible Residual N°6 a combustible GNS y también el cambio a 02 Incineradores de combustible Diesel 2 a combustible GNS en los Hospitales Nacionales: HNERM - Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins y el HNGAI – Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen. Adicionalmente en el Hospital IV Alberto Sabogal se considera el cambio de Diesel 2 a combustible GNS en 02 calentadores. La inversión que se debe realizar para estos cambios asciende a US$ 381 000 y que de acuerdo a la estimación que realizan, el tiempo de recuperación de la inversión sería en 7 meses aproximadamente.

El estudio también se realiza a nivel nacional, en donde se indica que si se realiza la instalación de sistemas de combustibles GLP y GNS a 44 calderos que funcionan con Diesel 2, 06 calderos que funcionan con Petróleo Residual N°6, 43 incineradores y 06 calentadores a Diesel 2. La inversión para los sistemas de GNS sería de US$ 4 750 000 y un tiempo de recuperación de 1.5 años. Por otro lado para la instalación de los sistemas de GLP, se estima una inversión de US$ 1 451 000 y con un tiempo de recuperación de 3.4 años. Siendo necesario hacer la instalación del combustible GLP en los hospitales que no tienen acceso al GNS fuera de Lima y lograr un ahorro con el GLP. La información del boletín Tecnológico se realizó de acuerdo a la base de datos de PCOMAN Planeamiento y Control de Mantenimiento 2008.

Al año 2021, el Hospital Nacional Guillermo Almenara HNGAI de Lima cuenta con el Servicio de GNS.

En la Figura 2.20 se aprecia la Estación de Regulación de Presión y Medición ERPM desde donde ingresa el servicio de GNS al HNGAI. También se aprecia el poste de señalización de paso de tuberías de GNS.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Figura 2.20

ERPM con Acceso desde el Exterior



Fuente: HNGAI (2019)

En la Figura 2.21 se pueden apreciar las calderas de la Casa de Fuerza del HRGAI, cada una cuenta con quemadores mixtos GNS/Diesel B5.

Figura 2.21

Calderas de Casa de Fuerza



Fuente: HNGAI (2019)

2.1.4. Publicaciones

1. Arroyo Chalco (2005) en su publicación, nos habla de los beneficios operativos, energéticos y ambientales que se pueden conseguir con el uso del Gas Natural en equipos térmicos como Calderas a Vapor de Agua, Hornos, Calentadores, entre

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

otros; y algunos pasos para realizar la conversión de una caldera. Nos menciona que de acuerdo al estudio realizado por PRODUCE al año 2002, en el Perú existían 1700 calderas industriales formales hasta el año 1999; y aplicando un crecimiento anual del 2.1% el número de calderas al año 2003 serían de 1838, de las cuales 800 unidades se encontrarían en Lima y Callao. El 84% de las calderas industriales convencionales corresponden al tipo Pirotubular. Al año 1999, en el Perú se usaba el Petróleo Industrial N°500 y N°6 en un 65.4%, Diesel 2 en un 25.4% y otros en un 9%. Y sólo el 39% de las calderas industriales tenían una eficiencia térmica aceptable entre 85-90%. El Gas Natural es más económico en términos de precio con respecto de la energía entregada (US$/MMBTU). Produce también una mejor combustión debido a la fase en la que se encuentra y reacciona de manera más completa con el oxígeno produciendo menor cantidad de CO y sin formar partículas. Al estar libre de azufre, no aporta a la formación de SO2 y adicionalmente por la menor temperatura de la llama producirá menor cantidad de NOx. Una combustión eficiente representa una mejor funcionalidad del equipo y por lo tanto aporta con la reducción de los costos de mantenimiento. No requiere además de almacenamiento porque se ofrece como un servicio contínuo distribuido por tuberías. La conversión a GNS implica revisar la transferencia de calor radiante y convectiva, ya que el Gas Natural transmite menor calor radiante y por lo tanto se incrementa la temperatura de salida del hogar. Cambio o adecuación del quemador para el Gas Natural y el combustible de respaldo (Back Up), determinar la eficiencia térmica, evaluar las emisiones de los gases de combustión, ruido, entre otros. Nos indica que también es muy importante el sistema adecuado de distribución de Gas Natural y que debe ser realizado bajo normas vigentes. Deben seleccionarse accesorios y componentes adecuados como tuberías, trenes de válvulas de gas, estaciones reductoras de presión, medidores, filtros, válvulas de alivio, soportes, cimentaciones y otros. Finalmente concluye que el Gas Natural es un combustible eficiente a todas luces, sin embargo es necesario realizar primero un análisis de factibilidad técnica y económica para cada proyecto.

2. Meza & Huertas (2013) en su publicación, nos indican que el 50% de la energía que consume en el sector industrial está destinada para la generación de Vapor. En su estudio realizan la evaluación y comparación de la eficiencia de 03 calderas y obtuvieron como resultados las siguientes eficiencias usando Diesel 2 (82.9%), Petróleo Industrial N°6 (82.3%) y Gas Natural (78.1) con similares condiciones

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

ambientales. Esto representa una disminución de la eficiencia en 4.5% cuando se usa el Gas Natural en lugar de Diesel. Observaron que a elevados excesos de aire, el tipo de pérdida relevante en el comportamiento de la eficiencia, ocurre por los gases secos que representan del 7 al 8% del total de pérdidas en una caldera; por tal motivo el exceso de aire es la variable más sensible y la cual se debe controlar en los sistemas de generación de vapor que funcionan con Gas Natural. También nos indican que de acuerdo a la Efficient Boiler Operations Sourcebook. Payne, W., un estudio realizado anteriormente, indica que en promedio la eficiencia de una caldera diseñada para funcionar con Fuel Oil, baja su eficiencia de 2% a 4% cuando trabaja con Gas Natural. Por lo tanto concluyen que para aumentar la eficiencia de una caldera, se debe disminuir al óptimo el exceso de aire al 10%; ya que un exceso de aire menor produce una combustión incompleta y un exceso de aire mayor produce pérdidas por incremento de temperatura en los gases secos.

2.2. La Combustión

Combustión es la serie de fenómenos físico-químicos que se producen en la reacción exotérmica de oxidación de cuerpos o sustancias combustibles por el oxígeno de cuerpos comburentes (Borras Brucart, 1987). Así mismo el Autor indica que la combustión siempre viene acompañada de un desprendimiento de calor que se hace sensible a nuestra vista en presencia de una llama.

"El Poder Calorífico es la cantidad de calor liberado cuando se quema por completo una unidad de combustible y los productos de la combustión se enfrían a la temperatura ambiente" (Boles et al., 2019, p.78).

Para que haya combustión se deben dar las condiciones para que se produzca la reacción química, tales como reactivos que generalmente son los combustibles a base de carbono y el oxígeno que se encuentra en el aire en una fracción del 21%; se debe producir la mezcla y llevarla hasta la temperatura de ignición para iniciar la combustión, de la reacción química surgen los productos. (Boles et al., 2019)

Se pueden dar varios escenarios en la combustión, los cuales se mencionan a continuación:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

a) Combustión Completa. Se da cuando todo el carbono se convierte en CO_2, el hidrógeno se convierte en H_2O, el nitrógeno continúa siendo N_2 y si existe azufre, éste se convierte en SO_2.

b) Combustión Incompleta. Ocurre cuando no hay oxidación completa del combustible y del carbono se obtienen subproductos como el hollín C y además CO. Se pueden producir inquemados como C_nH_m y también es posible la formación de H_2, H_2S y OH.

c) Combustión teórica o Estequiométrica. Sucede cuando la reacción química se produce con la cantidad mínima de aire para una combustión completa. La característica esencial es que no existe O_2 en los productos de la combustión.

d) Combustión con exceso de aire. Se produce cuando hay incremento en la cantidad de aire en la mezcla de aire y combustible para asegurar una combustión completa. Una característica particular es la presencia de O_2 en los productos.

2.3. El Combustible DB5

El DB5 es un hidrocarburo líquido compuesto por dos combustibles, su combustible base es el D2 en 95% y Biodiesel B100 en 5% del total del volumen (PETROPERÚ, 2019). Como es usual, el comportamiento del combustible DB5 tiene las características más asociadas al D2 debido a que tiene el 95% de su composición. Es denominado actualmente como DB5-S50, cuya nomenclatura indica la composición anterior y un límite máximo de 50 ppm de azufre. (REPSOL, 2016a)

El Diesel 2 tiene una mezcla compleja de hidrocarburos en su composición, provenientes de varios procesos, lo cual ubica a este combustible en su mayor parte en un rango de hidrocarburos con números de carbonos entre C_9 y C_{20} (Primax S.A., 2006; Refinería La Pampilla S.A., 2007).

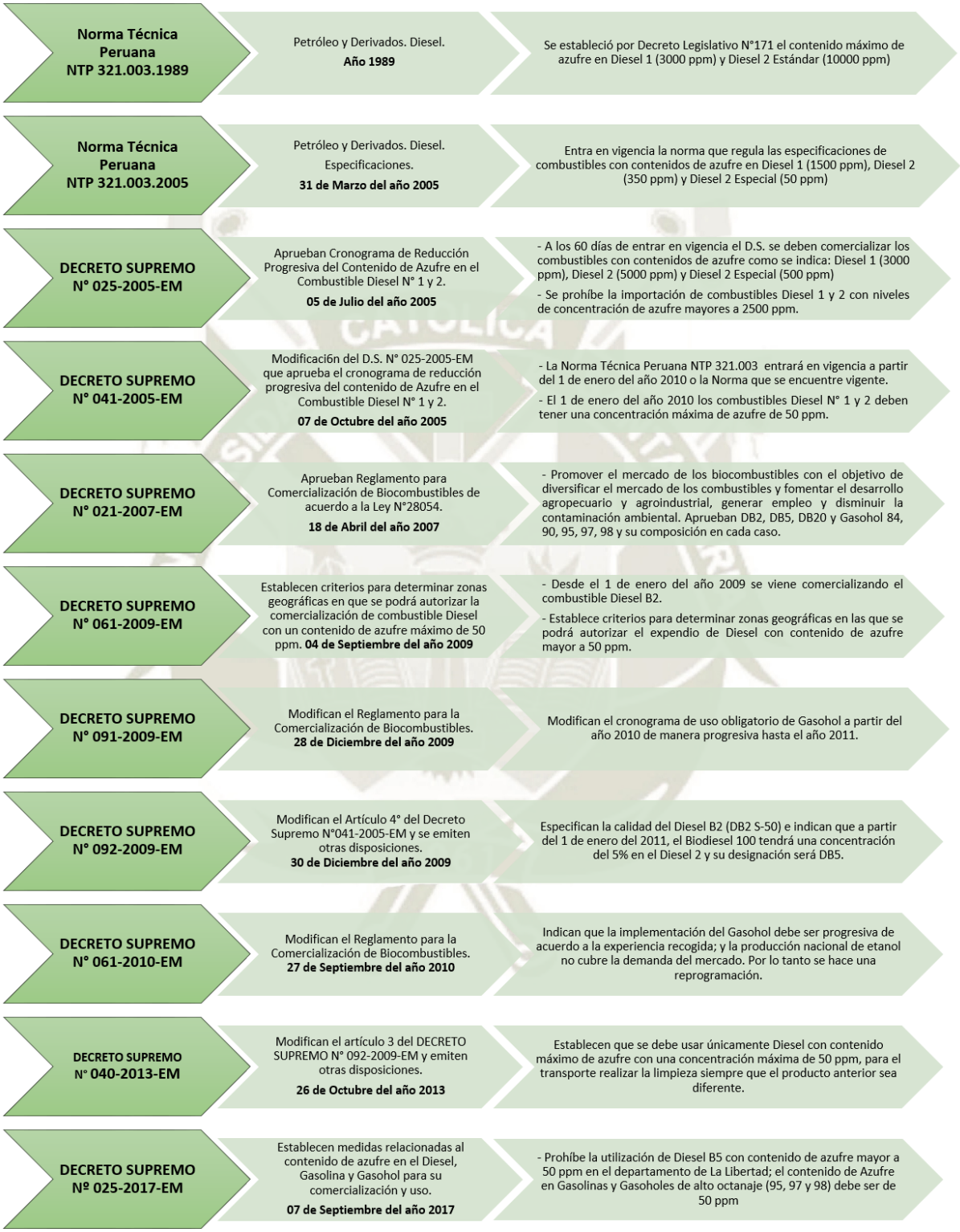
En la Figura 2.22 se muestran el cambio progresivo de combustibles de D2 hasta llegar al DB5 (S-50) a partir de Normas Técnicas, Decretos Supremos y Leyes.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Figura 2.22

Línea de Tiempo de Implementación del DB5 en el Perú



Fuente: Elaboración propia (2019)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

2.3.1. Poder Calorífico Inferior del Combustible DB5

Los hidrocarburos líquidos tienen alta composición de hidrógeno a comparación de los gases combustibles, por lo cual es conveniente usar el Poder Calorífico Inferior. Se llama PCI cuando el agua (H_2O) producto de la combustión se encuentra en forma de vapor. (Boles et al., 2019; Borras Brucart, 1987; Comunidad de Madrid, 2012)

HAMEK Ingenieros Asociados S.A.C & DUKE ENERGY EGENOR (2011) en su informe realizaron análisis y ensayos al combustible DB5 en dos laboratorios y obtuvieron los valores promedio de las propiedades mostradas en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1

Resultado de Ensayos de Combustible DB5

Resultados de los Ensayos de Combustible (Petróleo DB5)				
Descripción		**Laboratorio CERTIPETRO**	**Laboratorio N°12 FACULTAD DE CIENCIAS - UNI**	**Promedio**
Gravedad Específica a 15°C	[-]	0.8479	0.845	0.847
Poder Calorífico Bruto	[kJ/kg]	45109	45637	45373
	[BTU/lb]	19393	19620	19506
Poder Calorífico Neto	[kJ/kg]	42481	42788	42634
	[BTU/lb]	18263	18395	18329

Fuente: (HAMEK Ingenieros Asociados S.A.C & DUKE ENERGY EGENOR, 2011).

En la Tabla 2.2 se muestran las propiedades del DB5 con las que se realizarán los cálculos en adelante.

Tabla 2.2

Propiedades del Combustible DB5

Propiedades del Combustible DB5		
Descripción	**Unidad**	**Promedio**
Gravedad Específica a 15°C	[-]	0.847
Poder Calorífico Inferior	[kJ/kg]	42634

Fuente: (HAMEK Ingenieros Asociados S.A.C & DUKE ENERGY EGENOR, 2011).

2.4. El Combustible GLP

El Gas Licuado de Petróleo por sus siglas GLP, al igual que otros combustibles, es una mezcla de hidrocarburos volátiles conformados principalmente por propano,

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

propileno, butano, iso-butano, butileno, entre otros, obtenidos de los líquidos del Gas Natural o de gases de refinería, los cuales pueden ser almacenados y manipulados como líquidos por aplicación de una presión moderada a temperatura ambiente y/o descenso de temperatura. (NTP 321.007, 2002; REPSOL, 2016b)

La diferencia entre los GLP de uso doméstico y automotriz, es que éste último debe tener un número de octano. El GLP proveniente de los gases de refinería tiene cantidades variables de propileno y butileno (NTP 321.007, 2002).

El olor del GLP debe ser característico y se le debe añadir odorantes que permitan detectar la presencia de este. La proporción del odorante en los GLP debe ser de Etil o Metil-mercaptano en 12 a 17 g/m3 (14 a 20 ppm) [0.45 kg por cada 37.9 m3 o 1 lb por cada 10000 gal.]. El odorante se dosifica en estado líquido y se mide en estado gaseoso. (Limagas, 2018; NTP 321.007, 2002)

Los GLP se transportan y almacenan en recipientes, en fase líquido, pues en este estado ocupan un volumen unas 250 veces menor que en la fase vapor. En los recipientes, la fase líquida ocupa la parte inferior y el vapor, la superior a modo de burbuja, coexistiendo en equilibrio de presiones. (CEPSA ELF GAS S.A., 2001)

2.4.1. Clasificación de los Gases Licuados de Petróleo

La NTP 321.007 (2002) realiza la clasificación de los componentes del GLP como sigue:

2.4.1.1. Propano Comercial

Es un combustible que se compone de propano y propileno según su fuente de origen y posee elevada volatilidad. Su uso es recomendable cuando las temperaturas ambientales son bajas.

2.4.1.2. Butano Comercial

Es un combustible que se compone de butano, isobutano y butileno según su fuente de origen y posee baja volatilidad. Su uso es recomendable cuando las temperaturas ambientales son altas.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.4.1.3. Mezcla Propano-Butano Comercial

Es un combustible conformado por una mezcla de propano comercial y butano comercial, cuya volatilidad está en función de su composición. Su uso es recomendable cando las temperaturas ambientales son intermedias.

En la Tabla 2.3 se muestra el rango de composición del GLP que ofrece SOLGAS PRO (2019) como suministro al HRHD mediante contrato de 3 años de suministro.

Tabla 2.3

Composición de GLP Propuesto por SOLGAS PRO

Rango de composición del GLP	
Propano	60% - 65%
Butano	40% - 35%

Fuente: (SOLGAS PRO, 2019)

El diseño y cálculo de las tuberías para la distribución de GLP se realizan teniendo en cuenta las condiciones estándar del combustible. Las propiedades del GLP pueden ser variables de acuerdo a la proveniencia.

2.4.2. Poder Calorífico Superior del GLP

Los hidrocarburos gaseosos tienen baja composición de hidrógeno a comparación de los combustibles líquidos, por lo cual el Poder Calorífico Inferior y Poder Calorífico Superior tendrán valores absolutos muy cercanos.

Se llama PCS cuando el agua (H_2O) producto de la combustión se encuentra en forma de condensado (Boles et al., 2019; Borras Brucart, 1987; Comunidad de Madrid, 2012).

El PCS del GLP en fase vapor, en el Perú está normado con un valor de 22265 kcal/m^3 medido en condiciones estándar (NTP 321.121, 2008). Su equivalente es de 93.156 MJ/m^3 o 88295.57 BTU/m^3.

2.4.3. Densidad y Densidad Relativa del GLP

La densidad relativa del GLP en fase vapor tiene un valor entre 1.50 y 2.00, en adelante se aplicará una densidad relativa de 1.86; y una densidad de 560 kg/m^3 en fase

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

líquido a 15°C (REPSOL, 2016b). La densidad del GLP en fase líquido a 15°C es equivalente a 2.12 kg/gal.

2.4.4. Presión de Equilibrio entre la Fase Líquido y Vapor de GLP

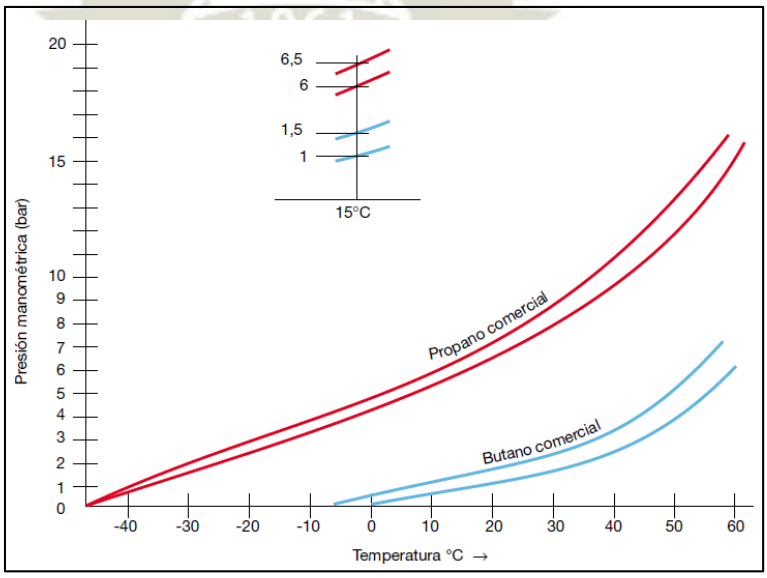
La presión de equilibrio, llamada "tensión de vapor" expresada en bar, por debajo el líquido se evapora, y por encima el gas se condensa y se vuelve líquido. La tensión de vapor está en función a la temperatura del gas (CEPSA ELF GAS S.A., 2001).

La tensión de vapor es mejor representada por una curva para el propano y otra para el butano, donde las presiones se encuentran en función de la temperatura. En el caso del propano la temperatura de ebullición es de aproximadamente -45 °C a 1 atmósfera de presión, por otro lado el butano tiene una temperatura de ebullición de aproximadamente -5 °C a 1 atmosfera de presión.

En la Figura 2.23 se observan las curvas de la presión de equilibrio o tensión de vapor del propano y butano, los cuales son componentes principales de la mezcla del combustible GLP. Por ejemplo para una temperatura de 15°C se tiene una tensión de vapor entre 6 y 6.5 bar para el propano, y una tensión de vapor entre 1 y 1.5 bar para el butano.

Figura 2.23

Gráfico de Temperatura-Tensión de Vapor de los GLP



Fuente: CEPSA ELF GAS S.A. (2001)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

2.5. El Combustible GNS

Se denomina Gas Natural a la mezcla formada por los miembros más volátiles de la serie parafínica de hidrocarburos, está compuesto principalmente por metano, con cantidades menores de etano, propano, butano y pentano. Contiene además, componentes no hidrocarburos tales como nitrógeno, sulfuro de hidrógeno, dióxido de carbono, helio, mercaptanos y vapor de agua. El gas natural se extrae de las reservas que se manifiestan de diferentes formas. (Castillo Neira, 2003; Mendoza Alegre & Osinergmin, 2014)

2.5.1. Tipos de Reservas de Gas Natural

Castillo Neira (2003) define los tipos de yacimientos de gas como se menciona a continuación:

2.5.1.1. Yacimientos de Gas Asociado

El producto principal es petróleo.

2.5.1.2. Yacimientos de Gas No Asociado

El producto principal es el Gas Natural, que también se denominan yacimientos de Gas Seco.

2.5.1.3. Yacimientos de Condensados

El gas natural se encuentra mezclado con hidrocarburos líquidos y que se denominan yacimientos de gas húmedo.

En el Perú tenemos una reserva de Gas Natural ubicada en Camisea en el departamento de Cusco; ésta reserva es un Yacimiento de Gas Natural y Condensados en los lotes 56, 57, 58 y 88; ya que el gas natural se encuentra acompañado de otros hidrocarburos gaseosos y líquidos, y que posteriormente pasan por procesos de separación para obtener el Gas Natural Seco y los Líquidos de Gas Natural. (Tamayo et al., 2014)

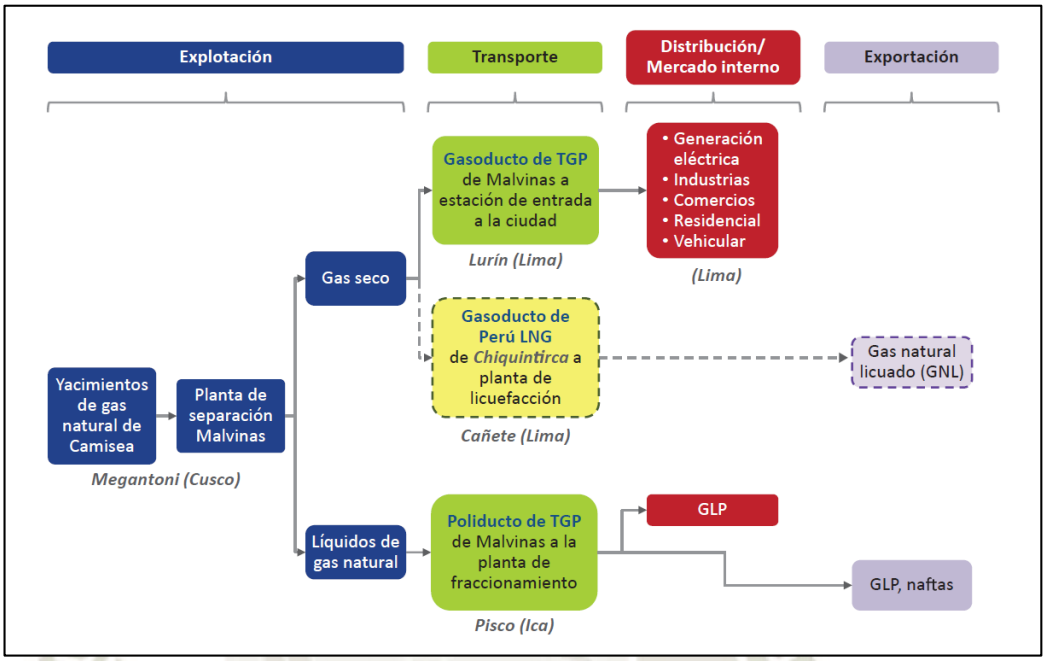
Ruiz Caro Reyes (2019) en la Figura 2.24 muestra un esquema de explotación, transporte y distribución del gas que resultó de los contratos firmados por el Estado Peruano.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Figura 2.24

Explotación, Transporte y Distribución del Gas Natural de Camisea



Fuente: Ruiz Caro Reyes (2019).

La composición química del gas natural puede variar de acuerdo a la reserva, su ubicación y el tipo de yacimiento.

En la Tabla 2.4 se muestra la composición química del Gas Natural Húmedo del Yacimiento de Condensados en Camisea (Espinoza Quiñones, 2000; Shell, 1995).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Tabla 2.4

Composición de GNH en los Reservorios de Camisea

RESERVORIOS DE CAMISEA				
	San Martín	**Cashiriari**		**Total**
	Nia	**Vivian**	**Nia**	
Reservas [TPC]	3.1	3.6	5.5	**12.2**
Participación [%]	25.4	29.5	45.1	**100.0**
ELEMENTOS	**COMPOSICIÓN [%]**			
Nitrógeno	0.55	0.99	0.73	**0.76**
Anhidrido Carbónico	0.18	0.10	0.27	**0.20**
Metano	80.59	83.89	83.34	**82.80**
Etano	9.80	8.07	8.39	**8.65**
Propano	3.80	2.95	3.00	**3.19**
Butano	1.70	1.26	1.28	**1.38**
Gasolina Natural	3.38	2.74	2.99	**3.02**
Total	**100.00**	**100.00**	**100.00**	**100.00**

Fuente: (Espinoza Quiñones, 2000; Shell, 1995).

Haro Quincho & Osinergmin (2014) explican que antes de la recuperación de gas licuado de petróleo (GLP), hidrocarburos acíclicos saturados (HAS) y gas residual seco, a partir del Gas Natural Asociado proveniente de los campos de: SAVIA, PETROBRAS, SAPET y GMP, se tiene la composición química promedio del GNA que se muestra en laTabla 2.5.

Tabla 2.5

Composición Química del GNA - Campos de SAVIA, PETROBRAS, SAPET y GMP

Composición Química Promedio del GNA	
Metano	87.1114%
Etano	5.6424%
Propano	2.7166%
I-Butano	0.9045%
N-Butano	1.2365%
Neo-Pentano	0.000%
I-Pentano	0.6119%
N-Pentano	0.3594%
Hexano+	0.4866%
Nitrógeno	0.1938%
Dióxido de carbono	0.7369%
Total	**100%**

Fuente: (Haro Quincho & Osinergmin, 2014).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Cálidda - Gas Natural de Lima y Callao S.A. (n.d.) en su página web publicó la composición química del GNS de la reserva de Gas Natural de Camisea que se distribuye en Lima y Callao, de manera detallada se muestra en la Tabla 2.6.

Tabla 2.6

Composición Química del GNS Proveniente de Camisea

Composición Química del GNS	
Metano CH_4	89%
Etano C_2H_6	8.9%
Propano C_3H_8	0.13%
Butano C_4H_{10}	0.0002%
Pentano C_5H_{12}	0.0002%
Nitrógeno N_2	1.2%
Dióxido de carbono CO_2	0.24%

Fuente: (Cálidda - Gas Natural de Lima y Callao S.A., n.d.).

2.5.2. Sistemas de Transporte, Distribución y Suministro de GN

La cadena de valor del gas natural tiene varias etapas como son la extracción, licuefacción, transporte de GNL, almacenamiento y regasificación, transporte de GNC y distribución (Mendoza Alegre & Osinergmin, 2014).

En la Figura 2.25 se muestra la estructura de suministro del gas natural en el Perú basada en el yacimiento de condensados de Camisea. Se ilustra la cadena de exploración, explotación, transporte y distribución del gas natural.

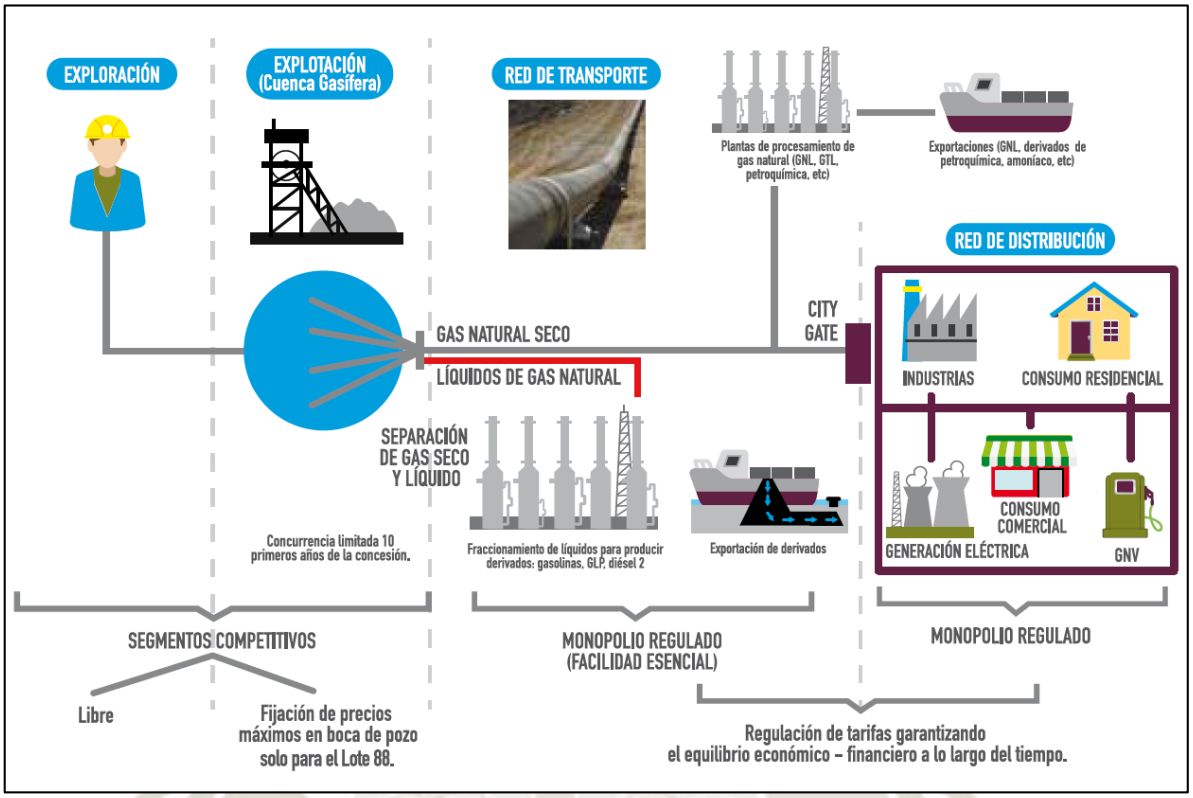
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 2.25

Estructura del Suministro del Gas Natural en el Perú



Fuente: Tamayo et al. (2014)

El gas natural se puede manejar en distintas fases y condiciones:

2.5.2.1. Sistemas de Transporte de Ductos

Es la forma más conocida y usada de transportar el GN a gran escala. Los gasoductos pueden unir distancias de hasta 3,000 km, aproximadamente, y suelen tener una red de ductos (tuberías por donde pasa el GN) que se conecta al ducto principal para abastecer a las poblaciones cercanas a su trayectoria. (Tamayo et al., 2014)

2.5.2.2. Gasoductos Virtuales

Ruiz Caro Reyes (2019) nos dice que el sistema de gasoductos virtuales de gas natural licuado tiene un costo de transporte más alto que el de las concesiones de Lima, Callao e Ica, que obtienen el gas directamente del gasoducto principal de Camisea. Si

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

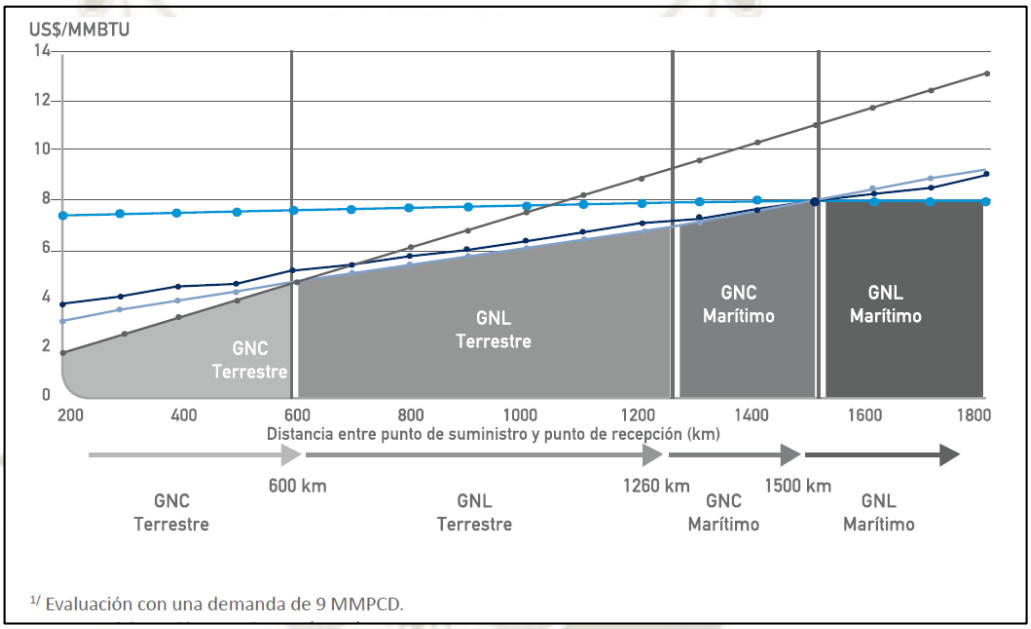
REPOSITORIO DE TESIS UCSM

se compara la estructura de la tarifa de Lima, el transporte en las concesiones Norte y Suroeste es 2,5 veces más caro.

En la Figura 2.26 se muestra que para una demanda hipotética de 9 MMPCD se puede seleccionar la mejor elección de la vía de transporte que represente la mayor eficiencia.

Figura 2.26

Costo Medio de Tecnologías Aplicadas en el Transporte de GN



Fuente: Ramírez E. (2012)

a. Gas Natural Licuado - GNL

El gas natural licuado es gas natural que es llevado a su estado líquido por medio de enfriamiento entre un rango de temperatura de -160 a -163 °C a presión atmosférica. Esta licuefacción permite reducir el volumen del gas natural alrededor de 600 veces su tamaño, expandiendo con ello significativamente las posibilidades de transporte terrestre y marítimo del mismo. (Comunidad de Madrid, 2012; Mendoza Alegre & Osinergmin, 2014; Ruiz Caro Reyes, 2019; Tamayo et al., 2014)

Para exportación el transporte de GNL se realiza mediante barcos metaneros. Para el transporte de GNL hacia regiones locales, se realiza mediante camiones cisterna conocido como gasoducto virtual (Ruiz Caro Reyes, 2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Se necesita una estación de licuefacción para obtener el GNL (fase líquido) y una vez llegado a su destino final se requiere una estación de regasificación para obtener el GNC (fase gas) (Ruiz Caro Reyes, 2019).

e) Gas Natural Comprimido – GNC y Gas Natural Vehicular – GNV

Esta tecnología permite almacenar el GN a altas presiones, de manera que puede ser transportado en cisternas a las poblaciones que quedan lejos de un gasoducto y cuando no es viable económicamente la construcción de otro ducto. La presión en la que se debe concentrar el gas varía en cada país; sin embargo, suele estar entre 200 y 250 bar. (Tamayo et al., 2014)

En el segmento vehicular, el GN se utiliza bajo la forma de GN vehicular (GNV), que no es más que el mismo gas comprimido a presiones de aproximadamente 200 bar y expendido en estaciones de servicio o gasocentros (Tamayo et al., 2014).

2.5.3. Poder Calorífico Superior del GNS

Para el gas natural, el PCI representa aproximadamente el 90% del PCS (Gas Natural SDG S.A., n.d.). Razón por la cual sería práctico emplear el PCS en el diseño de Instalaciones de GNS.

El PCS del Gas Natural Seco se encuentra establecido en 9500 kcal/m^3 medido en condiciones estándar (NTP 111.011, 2014). Su equivalente es de 39.748 MJ/m^3 o 37673.83 BTU/m^3.

En la Tabla 2.7 se pueden observar las condiciones de referencia de temperatura y presión de las condiciones normales (Borras Brucart, 1987; Castillo Neira, 2003) y condiciones estándar para medir el PCS del GNS (Borras Brucart, 1987; NTP 111.011, 2014).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Tabla 2.7

Condiciones Normales y Condiciones Estándar para el Gas Natural

Condiciones Normales y Condiciones Estándar			
Propiedades	**Unidad**	**Normales**	**Estándar**
Temperatura	[°C]	0	15
	[K]	273.15	288.15
Presión	[atm]	1	1
	[kPa]	101.325	101.325

Fuente: (Borras Brucart, 1987; Castillo Neira, 2003; NTP 111.011, 2014).

2.5.4. Densidad Relativa del GNS

El GNS en fase gas tiene una densidad relativa entre 0.60 y 0.66 (Comunidad de Madrid, 2002).

2.6. Índice de Wobbe

El índice de Wobbe permite conocer la intercambiabilidad de combustibles para los artefactos que funcionan con gas, su fórmula relaciona el poder calorífico superior PCS y la densidad relativa del Gas respecto al Aire (Borras Brucart, 1987; Castillo Neira, 2003; NTP 111.023, 2008; RNE EM 040, 2018).

La relación matemática que define este parámetro se detalla en el inciso 4.6.1.

En la Tabla 2.8 se muestra la clasificación de combustibles gaseosos en 3 familias de gases y grupos, en condiciones estándar.

Tabla 2.8

Clasificación de las Familias de los Gases Según el Índice de Wobbe

Familias y Grupos de Gas	**Índice de Wobbe Superior a 15°C y 1013.25 mbar [MJ/m^3]**	
	Mínimo	**Máximo**
Primera Familia		
Grupo A	22.4	24.8
Segunda Familia	**39.1**	**54.7**
Grupo H	45.7	54.7
Grupo L	39.1	44.8
Grupo E	40.9	54.7
Tercera Familia	**72.9**	**87.3**
Grupo B/P	72.9	87.3
Grupo P	72.9	76.8

Fuente: (RNE EM 040, 2018).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

De acuerdo a Márquez (2005), la primera familia de gases hace referencia a los gases manufacturados, la segunda familia corresponde a los gases naturales y la tercera familia corresponde a los gases licuados de petróleo siguiendo la clasificación internacional de los gases combustibles.

Los artefactos a gas se clasifican en categorías I y II, se muestran en la Tabla 2.9 de acuerdo con la naturaleza de los gases para los cuales están diseñados.

Tabla 2.9

Categorías de Artefactos Aplicables en el Perú

Categoría	Código	Artefacto
I	I2H	Diseñados para utilizar únicamente gases del grupo H de la segunda familia.
	I3	Diseñados para emplear todos los gases de la tercera familia (GLP)
II	II2H/3	Diseñados para emplear todos los gases de la tercera familia (GLP); y con la adecuada conversión emplear gases del grupo H de la segunda familia (Gas Natural)

Fuente: (RNE EM 040, 2018).

Y de acuerdo a esta clasificación, se puede realizar la intercambiabilidad de los combustibles en artefactos a gas.

En la Tabla 2.10 se muestran los tipos de Artefactos de acuerdo al tipo de evacuación de gases de la combustión.

Tabla 2.10

Descripción de los Tipos de Artefactos

Tipo	Descripción
A	Artefactos que no requieren ser conectados a conductos para la evacuación de los productos de combustión de gas, teniendo en cuenta las limitaciones de ventilación.
B	Artefactos diseñados para ser conectados a conductos de evacuación para la evacuación de los productos de combustión del gas, hacia la atmósfera exterior. El aire de combustión se obtiene directamente del recinto donde están instalados los artefactos. Se distinguen dos clases de artefactos del Tipo B : Tipo B.1: Artefactos para conductos de evacuación por tipo natural Tipo B.2: Artefactos para conductos de evacuación por tipo mecánico.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Tipo	Descripción
C	Artefacto con sistema de combustión sellado o de cámara estanca. Se distinguen tres clases de artefactos del Tipo C. Tipo C1: Artefactos con sistema de combustión sellado o de cámara estanca, conectados directamente con la atmósfera exterior mediante dos conductos de flujo balanceado (conductos concéntricos, uno para la admisión de aire y el otro para la evacuación de los productos de la combustión) Tipo C2: Artefactos con sistema de combustión sellado o de cámara estanca, conectados directamente con la atmósfera exterior mediante un solo conducto, que sirve simultáneamente para admitir aire y evacuar los productos de la combustión. Tipo C3: Artefactos con sistema de combustión sellado o de cámara estanca, conectados directamente con la atmósfera exterior, mediante dos conductos independientes; uno para la evacuación de los productos de combustión y el otro para la admisión de aire fresco.

Fuente: (RNE EM 040, 2018)

2.7. Calderas de Vapor

2.7.1. Calderas Pirotubulares

"Las calderas de tubos de humos, tubos de fuego o pirotubular es la caldera que más prevalece y se utiliza para aplicaciones de procesos y aplicaciones industriales y comerciales" (Kohan, 2000), son usualmente del tipo horizontal. Kohan también afirma que para calderas de gran diámetro pueden tener hasta 4 hogares; cuanto mayor sea el número de pasos de gases es mejor la transferencia de calor al agua de la caldera, hoy en día 4 pasos es el límite práctico de las calderas pirotubulares.

2.8. Quemadores Industriales

Borras Brucart (1987) define que el "Quemador es el órgano destinado a la producción de la llama, poniendo en contacto las cantidades necesarias de aire y gas para que se realice la combustión". Así mismo el autor nos indica que "los quemadores que funcionan con varios gases de distinta naturaleza se llaman multigas o todogas, los que pueden funcionar con distintos combustibles se llaman mixtos o multicombustibles".

2.8.1. Quemadores Simples

f) Quemadores Simples de Combustible Líquido

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Kohan (2000) nos indica que los quemadores deben preparar los combustibles líquidos o aceites derivados del petróleo, gas-oil, fuel-oil y proporcionarlos como una mezcla con aire de modo que se deben cumplir las siguientes funciones:

1) El combustible debe vaporizarse o gasificarse por calentamiento en el quemador.
2) El combustible debe atomizarse por el quemador, de modo que una vez que se encuentre esparcido, se de la vaporización en la cámara de combustión.

g) Quemadores Simples de Gas

Kohan (2000) nos explica que: "La combustión del gas no precisa preparación del combustible, como lo necesitan los sólidos y líquidos". A comparación de un quemador de combustible líquido, el gas combustible y el aire pasan juntos a través de una tubería, mezclándose en el proceso. No se realiza la pulverización o atomización del gas combustible.

2.8.2. Quemadores Mixtos de Gas/Gasoil

"Los quemadores multicombustibles o mixtos son los que funcionan con varios combustibles simultáneos o alternativamente" (Borras Brucart, 1987). Existen quemadores mixtos de gas y fuel-oil, así como también hay quemadores mixtos de gas y carbón pulverizado; sin embargo la presente tesis se centra en desarrollar una propuesta con quemadores mixtos de gas y gasoil.

Con los quemadores mixtos se cumplen las funciones de los quemadores simples antes mencionados, tanto de combustible líquido y gas.

2.9. Consideraciones Específicas en Instalaciones Internas de GLP

Un sistema de GLP es un conjunto que consiste en uno o más recipientes, con un medio para llevar GLP desde un recipiente hacia los dispositivos de consumo, que incorpora componentes para controlar la cantidad, el flujo, la presión o fase del GLP. (NTP 321.123, 2012)

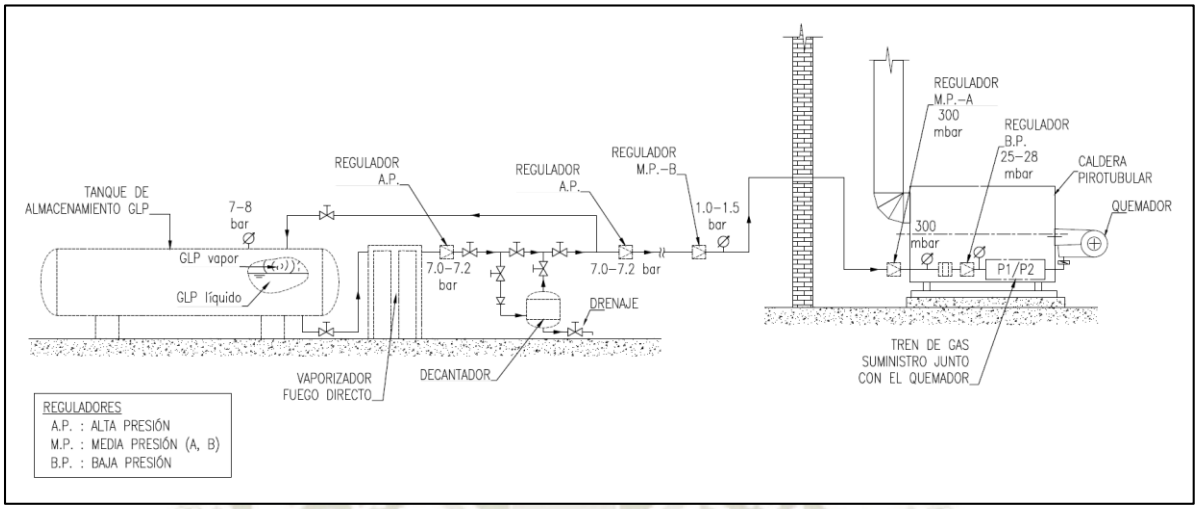
En la Figura 2.27 se muestra el esquema típico correspondiente a una instalación de combustible GLP. Se observan los equipos necesarios para el funcionamiento del sistema de combustible, así como la regulación de presiones y un artefacto a gas.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Figura 2.27

Esquema Típico de una Instalación de GLP



Fuente: Elaboración propia (2022)

De acuerdo a la NTP 321.123 (2012), está permitido utilizar cercas para que el sistema de combustible GLP tenga una protección contra la manipulación no autorizada. Así como restringir el acceso al personal no autorizado. La cerca debe ser de tipo industrial con un mínimo de 1.8 metros de alto, conformado por malla o eslabones de cadenas.

2.9.1. Esquemas de Regulación de Presión

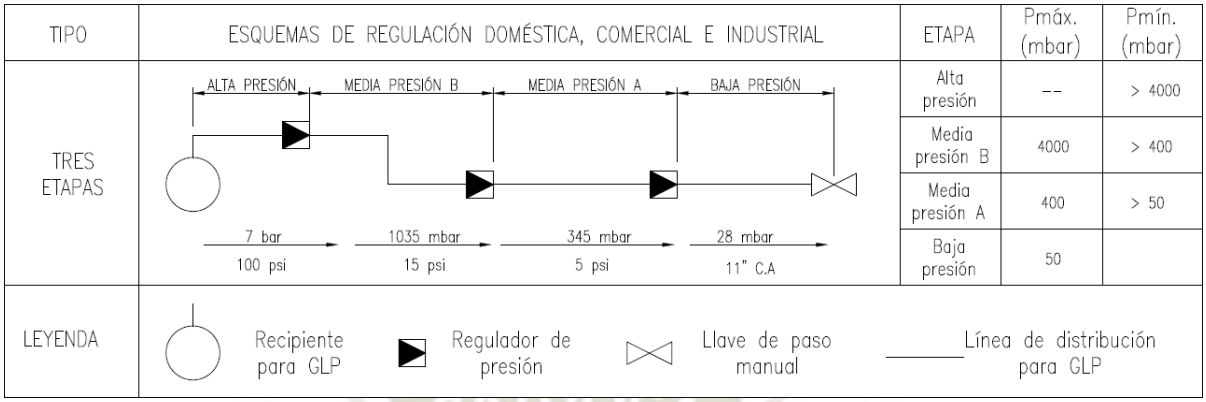
En la Figura 2.28 se muestra un esquema para la regulación de presión de tres etapas para Instalaciones Internas de GLP, se pueden observar 3 reguladores de presión en la línea de GLP desde el tanque de almacenamiento hasta la llave de paso manual que alimenta a los quemadores de los artefactos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Figura 2.28

Esquema de Regulación de Presión de Tres Etapas en Instalaciones de GLP



Fuente: NTP 321.120 (2007)

2.9.2. Referente a los Equipos para Sistemas de GLP

Los equipos característicos de una instalación de combustible GLP son principalmente los tanques de almacenamiento, vaporizador de GLP cuando es necesario, decantador para la separación de partículas contaminantes del vapor de GLP y mezcladores de Aire-GLP, principalmente.

2.9.2.1. Tanque Estacionario de Almacenamiento

Es un recipiente de almacenamiento de GLP que será diseñado, fabricado y probado de acuerdo al código ASME Sección VIII (NTP 321.123, 2012).

En la Tabla 2.11 se muestran las distancias mínimas que deben existir entre tanques para almacenamiento de GLP, así como las distancias respecto a edificios importantes y otras propiedades. Todas las distancias se encuentran en metros y se encuentran en función de la capacidad de los tanques de almacenamiento.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Tabla 2.11

Distancias de Separación entre Tanques, Edificios y Otras Propiedades

Capacidad de Agua del Tanque de Almacenaje de GLP		Distancias Mínimas		
		Tanques en Superficies y Techos	Tanques Enterrados o Monticulados	Entre Tanques Contiguos
[m^3]	[gal]	[m]	[m]	[m]
< 0.47	< 125	0	3	0
0.47 - 0.95	125 - 250	3	3	0
> 0.95 - 1.89	251 - 500	3	3	1
> 1.89 - 3.78	501 - 1 000	5	3	1
> 3.78 - 7.57	1 001 - 2 000	7.6	3	1
> 7.57 - 113.56	2 001 - 30 000	15	15	1.5
> 113.56 - 264.97	30 001 - 70 000	23	15	
> 264.97 - 340.68	70 001 - 90 000	30	15	1/4 de la suma de los diámetros adyacentes
> 340.68 - 454.24	90 001 - 120 000	38	15	
> 454.24 - 757.08	120 001 - 200 000	61	15	
> 757.08 - 3 785.41	200 001 - 1 000 000	91	15	
>3 785.41	> 1 000 000	122	15	

Fuente: (NTP 321.123, 2012)

Adicionalmente a las distancias mencionadas anteriormente, para tanques de superficie se debe respetar un área libre de 1 metro como mínimo, alrededor del tanque o grupo de tanques; ésto para fines de mantenimiento (NTP 321.123, 2012). La norma mencionada anteriormente, también contempla que los tanques con capacidad mayor a 12 000 galones se pueden agrupar con un máximo de 6 ó 9 tanques dependiendo del grado de protección contra incendio que será provista.

2.9.2.2. Vaporizadores

Para tomar la decisión de cuando es necesaria la implementación de un equipo vaporización, se debe analizar si se cumplen las condiciones para que el sistema produzca vapor de GLP de forma natural o no. En el caso de que no existan las condiciones, se debe utilizar un equipo vaporizador.

a) Vaporización Natural

CEPSA ELF GAS S.A. (2001) indica que la vaporización natural ocurre cuando el gas sale directamente del recipiente que lo contiene, al abrir la llave que éste lleva en su parte superior. En un depósito coexisten las dos fases líquido y vapor. Cuando del depósito vamos extrayendo gas para el consumo, se va reduciendo la presión de la fase vapor rompiéndose el equilibrio entre las dos

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

fases. Como consecuencia de ello, se produce la vaporización natural de la fase líquida para tender a recuperar el equilibrio perdido.

b) Vaporización Forzada

CEPSA ELF GAS S.A. (2001) especifica también que se produce vaporización forzada cuando el gas se calienta de forma artificial la fase líquida para provocar la vaporización.

Se aplica la vaporización forzada es circunstancias especiales:

i. En caso de bajas temperaturas ambientales, donde la vaporización natural es insuficiente.
ii. Cuando se desea una constancia en la composición de la mezcla de hidrocarburos gaseosos ya que, como sabemos, en la vaporización natural, el GLP que queda en el depósito va enriqueciéndose en hidrocarburos de cadenas más pesadas.
iii. Cuando el caudal de gas requerido es superior a lo que el depósito puede proporcionar de forma natural.

En la vaporización forzada, cuando el calentamiento del GLP supera los 50° a 60° C, los hidrocarburos no saturados (olefinas, diolefinas y acetilenos) rompen sus enlaces dobles y triples provocando su polimerización (formación de aceites). Estos aceites se acumulan en los puntos bajos y en los elementos puntuales intercalados en la conducción como son los reguladores y los contadores, alterando su funcionamiento, pudiendo llegar a inutilizarlos. (CEPSA ELF GAS S.A., 2001)

c) Tipos de Vaporizadores

Los vaporizadores deben ser diseñados y fabricados en concordancia con los requisitos aplicables del código ASME, los vaporizadores deben ser diseñados para una presión máxima admisible de 1,7 MPa manométrica (250 psi) de presión (NTP 321.123, 2012).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

- **Vaporizadores Indirectos**

Son intercambiadores de calor que utilizan un fluido como portador de la energía térmica capaz de vaporizar de manera uniforme el GLP, generalmente el fluido es agua. Éstos pueden ser eléctricos o "húmedos" que pueden ser eléctricos o a gas (CEPSA ELF GAS S.A., 2001).

La NTP 321.123 (2012) lo define como un equipo en el cual el calor suministrado por vapor, agua caliente, suelo o aire circundante u otro medio de calentamiento es aplicado en una cámara de vaporización o a una tubería, serpentín u otra superficie de intercambio de calor que contiene GLP líquido a vaporizar.

- **Vaporizadores a Fuego Directo**

Vaporizador en el cual el calor suministrado por una llama se aplica directamente sobre algún tipo de superficie de intercambio de calor en contacto con el GLP líquido a vaporizar (NTP 321.123, 2012). La normativa vigente exige que el diseño y construcción de los vaporizadores a fuego directo debe ser para las condiciones de trabajo a las cuales será sometido el vaporizador, y debe estar marcado permanentemente y de modo legible:

- Las marcas requeridas por el código ASME.
- La capacidad de vaporización máxima en litros por hora (galones por hora)
- La entrada de calor nominal en kW (BTU/h).
- El nombre o símbolo del fabricante.

En la Tabla 2.12 se indican las distancias mínimas entre vaporizadores a fuego directo y exposiciones a los otros equipos que conforman el sistema de combustible GLP.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Tabla 2.12

Separación Mínima entre Vaporizadores a Fuego Directo y Exposiciones

Exposición	Distancia Mínima Requerida	
	[m]	[pies]
Tanque	3.0	10
Válvulas de cierre del tanque	4.6	15
Punto de transferencia	4.6	15
Edificio importante o grupo de edificios más cercano o línea de propiedad adyacente sobre la que puede construirse	7.6	25
Edificio o habitación que albergue un mezclador aire-gas	3.0	10
Gabinete exterior que albergue un mezclador de aire-gas	0	0

Fuente: (NTP 321.123, 2012)

2.9.2.3. Decantador

Es un recipiente a presión que deberá ser diseñado y fabricado de conformidad con el código ASME Sección VIII, y que tienen como función separar todas las partículas de aceite que se pudieran formar al ser calentado el GLP (polimerización) y que son arrastradas por el mismo GLP. (NTP 321.123, 2012)

Algas SDI (n.d.) lo define como un dispositivo de filtrado diseñado para atrapar hidrocarburos pesados comúnmente presentes en el vapor de GLP y otros materiales debido a las condiciones de almacenamiento y condiciones internas de los equipos. Las impurezas se recogen en el sistema y periódicamente extraídas a través de una válvula de drenaje del sistema. Los hidrocarburos pesados con puntos de ebullición superiores al GLP son atrapados por el filtro interno y caen al fondo para su eliminación.

2.9.2.4. Mezclador Gas-Aire

Es un dispositivo o sistema de cañerías y controles que mezcla vapor de GLP con aire para producir un gas mezclado de un poder calorífico más bajo que el GLP (NTP 321.123, 2012).

Algas SDI (2001) afirma que el mezclador proporciona una mezcla de GLP-Aire para complementar o reemplazar el gas natural. Se conecta directamente a las líneas

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

de combustible de gas natural existentes. De acuerdo a los requerimientos pueden tener tanque acumulador o no. Adicionalmente no es necesario realizar modificaciones en el equipo de su quemador.

La NTP 321.123 (2012) especifica que cuando el Mezclador de Gas-Aire es usado con un vaporizador de fuego directo, deberá ser instalado en un gabinete común con el vaporizador de acuerdo a la Tabla 2.12.

2.9.3. Criterios para el Diseño de Tuberías

La NTP 321.121 (2008) brinda una serie de recomendaciones para el diseño de las tuberías en las instalaciones internas comerciales de GLP, tales como:

- Considerar una caída de presión máxima del 10% entre reguladores de presión de diferentes etapas.
- Considerar una caída de presión máxima del 2% desde el Regulador de Última Etapa hasta el punto de consumo del artefacto.
- Asignar un material base para las tuberías y accesorios, tales como acero, cobre o polietileno.
- Identificar los tramos de las tuberías para definir el diámetro, longitud y caudal volumétrico que le corresponde a cada tramo.
- Identificar las caídas de presión ocasionadas por: la longitud equivalente de accesorios, válvulas y otros equipos como el medidor, filtro, regulador de presión, tren de gas, etc.
- En líneas ramales o tramos específicos, se debe asignar una caída de presión que sea proporcional a la longitud de cada tramo; como referencia se debe tomar la caída de presión máxima del inciso “i” que le corresponde a la línea de tubería de mayor longitud y realizar una regla de tres simple para determinar la caída de presión correspondiente al tramo que está en evaluación.
- Fijar la presión atmosférica de la localidad donde se realiza el diseño.
- Establecer la densidad relativa del vapor de GLP.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

- Verificar la velocidad del GLP a través de la tubería, no debe superar la velocidad máxima permitida.

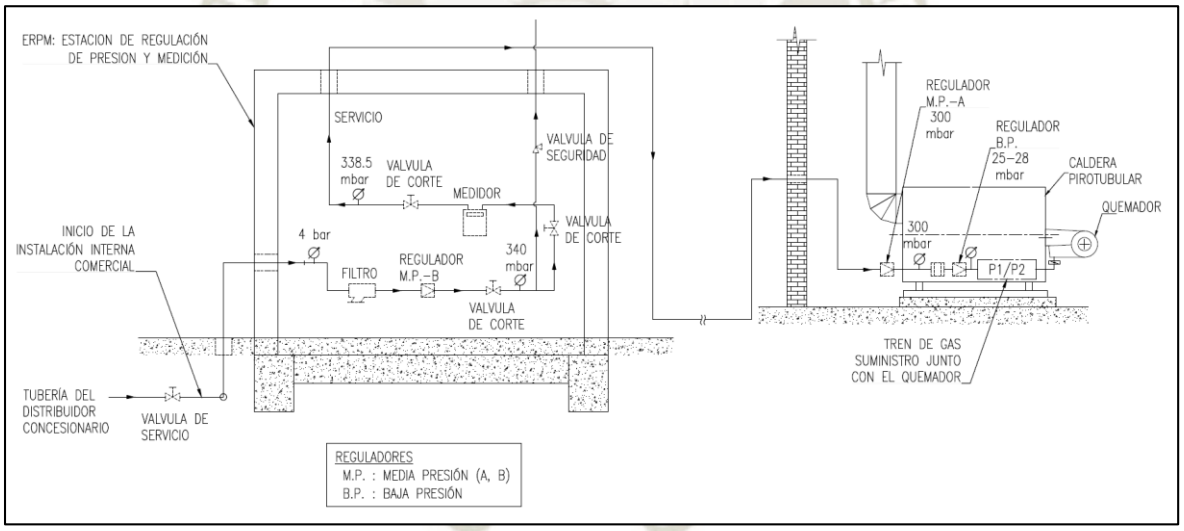
2.10. Consideraciones Específicas en Instalaciones Internas de GNS

Una instalación interna de GNS es un sistema consistente de tuberías, conexiones, válvulas y otros componentes que se inicia generalmente después del medidor o acometida, y con el cual se lleva el gas natural seco hasta los diferentes artefactos a gas del usuario final. (NTP 111.011, 2014)

En la Figura 2.29 se muestra el esquema típico correspondiente a una instalación de combustible GNS. Se observan los equipos, materiales y accesorios principales, así como la regulación de presiones y un artefacto a gas.

Figura 2.29

Esquema Típico de una Instalación de GNS



Fuente: Elaboración propia (2022)

2.10.1. Esquemas de Regulación de Presión

En la Tabla 2.13 se indican las presiones y materiales que son usados en las redes de distribución de GNS por el concesionario Gas Natural de Lima y Callao.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Tabla 2.13

Presiones de Distribución de GNS y Materiales Asociados

Designación	Presión de Diseño [bar]	Presión Mínima de Operación [bar]	Material
Red Principal de Alta Presión	50	27	Acero
Red de Media Presión	19	–	Acero
Red de Baja Presión - Acero	10	–	Acero
Red de Baja Presión - Polietileno	5	0.5 – 1.0	Polietileno

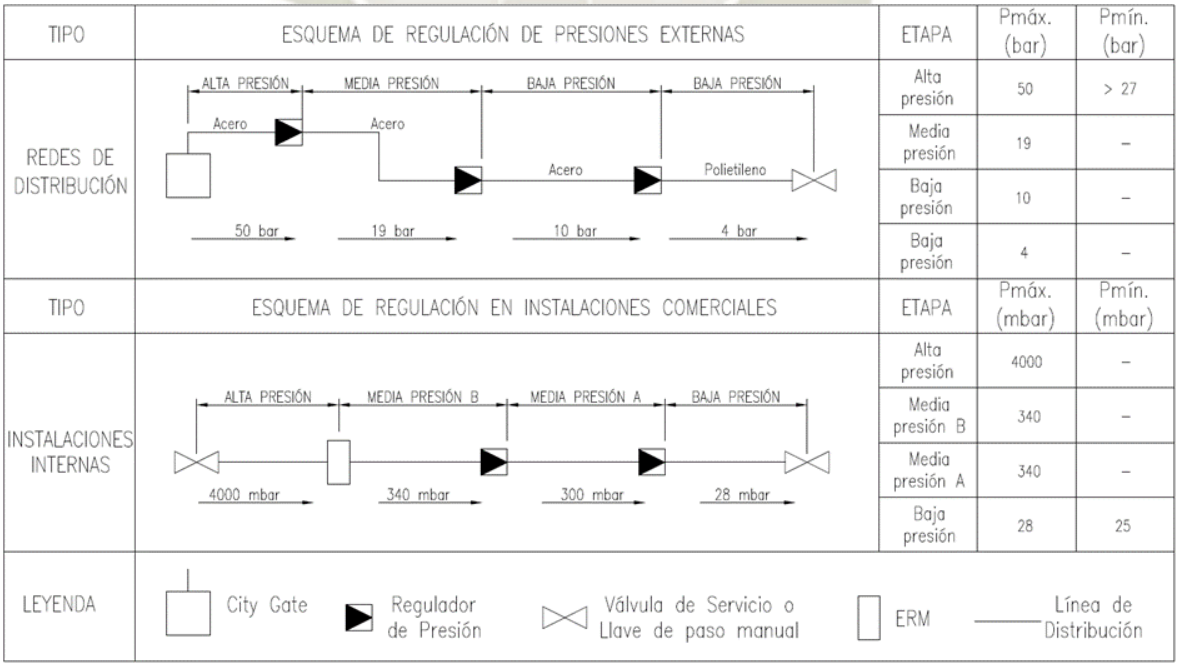
Fuente: (Gas Natural de Lima y Callao, 2004)

Gas Natural de Lima y Callao (2004) especifica que las redes de baja presión de GNS con una presión de diseño de 5 bar, usualmente operarán a 4 bar.

En la Figura 2.30 se muestra un esquema resumen de las presiones de operación a partir de los datos del Concesionario Gas Natural de Lima y Callao, siendo las redes de distribución de GNS típicas, es previsible que el concesionario en Arequipa utilice un esquema similar.

Figura 2.30

Esquema de Regulación de Presión en Distribución e Instalaciones Internas de GNS



Fuente: Elaboración propia (2022)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

2.10.2. Referente a los Equipos para Sistemas de GNS

A comparación de los sistemas de combustible GLP, en el caso del GNS los equipos no son numerosos, pues el suministro se realiza directamente de las redes de distribución del concesionario de GNS mediante tuberías. En el manejo del GNS no se considera almacenamiento porque la cadena de suministro de GNS asegura una continuidad del servicio sin interrupciones.

2.10.2.1. Filtros

El filtro tiene por objeto retener el polvo, agua, aceite o impurezas de arrastre transportadas por el gas en las tuberías, de forma que no sólo retenga las partículas más pequeñas, sino que lo haga provocando una pérdida de presión aceptable. (Borras Brucart, 1987)

Los filtros son comercializados en distintos tipos y tamaños de forma tal de satisfacer todas las necesidades del cliente, mediante construcciones compactas y facilidad de operación. Los filtros a cartucho son diseñados para filtrar todas las partículas sólidas contaminantes presentes en el fluido gaseoso. (Tormene Americana S.A., 2008)

En instalaciones existentes de GNS, se aprecian instalados con frecuencia los filtros tipo cartucho en las ERPM de los clientes comerciales e industriales. Son usados específicamente para separar y retener partículas finas como impurezas del GNS y desprendimientos como óxidos de tuberías.

Los filtros son instalados en las ERPM de GNS, aguas arriba para proteger a los reguladores, contadores, válvulas y otros equipos o accesorios. Los filtros trabajan a la presión de alimentación.

2.10.2.2. Reductores de Presión

Los reductores de presión son aparatos que reducen la presión de gas P a la entrada del aparato, a una presión P' inferior a la salida del mismo. Ello es debido a la pérdida de carga creada por la corriente gaseosa, al hacerla pasar por un orificio de sección S inferior a la del paso de gas a la entrada y salida del aparato. (Borras Brucart, 1987)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

En las ERPM se utilizan los reguladores con piloto, se instala entre el filtro y el contador de gas. De acuerdo a la Figura 2.30, es el aparato encargado de reducir la presión desde 4 bar hasta 340 mbar.

2.10.2.3. Contadores

Como su nombre indica, el contador sirve para medir el caudal de gas consumido, tanto para control por parte del usuario, como para fines de facturación por la Empresa suministradora (Borras Brucart, 1987).

Borras Brucart (1987) menciona que en general, los sistemas de contaje normalmente utilizados para el gas natural son:

- **Contador Rotativo**

  Llamado volumétrico, que puede ser de membrana, pistones rotativos u otro tipo con totalizador e integrador.

  Salvo indicación en contra, los contadores volumétricos se recomiendan para instalaciones de bajo caudal que no superen los 150 m^3/h, medidos a la temperatura y presión de trabajo.

- **Contador de Turbina**

  Pueden ser de paletas, hélice, turbina, etc.

  En las instalaciones de caudal medio, comprendidas entre 150 y 2 000 m^3/h (medidas igualmente en sus condiciones de trabajo), pueden usarse indistintamente contadores volumétricos de turbina o deprimógenos.

- **Contador de Diafragma**

  Llamados venturímetro o deprimógeno que puede estar basado en el clásico tubo de Venturi o constituido por un simple diafragma.

  Para instalaciones de caudal alto, superiores a 2 000 m^3/h, se aconseja utilizar un medidor deprimógeno.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.10.3. Criterios para el Diseño de Tuberías

La NTP 111.011 (2014) brinda una serie de recomendaciones para el diseño de las tuberías en las instalaciones internas comerciales de GNS, tales como:

- Considerar la mayor longitud de la tubería para el sistema de combustible de GNS en la cual exista una caída de presión máxima del 10% desde la ERPM hasta el punto de consumo más alejado del equipo o artefacto.
- Asignar un material base para las tuberías y accesorios, tales como acero, cobre o polietileno.
- Identificar los tramos de las tuberías para definir el diámetro, longitud y caudal volumétrico que le corresponde a cada tramo.
- Identificar las caídas de presión ocasionadas por: la longitud equivalente de accesorios, válvulas y otros equipos como el medidor, filtro, regulador de presión, tren de gas, etc.
- En líneas ramales o tramos específicos, se debe asignar una caída de presión que sea proporcional a la longitud de cada tramo; como referencia se debe tomar la caída de presión máxima del inciso “i” que le corresponde a la línea de tubería de mayor longitud y realizar una regla de tres simple para determinar la caída de presión correspondiente al tramo que está en evaluación.
- Fijar la presión atmosférica de la localidad donde se realiza el diseño.
- Establecer la densidad relativa del GNS.
- Verificar la velocidad del GNS a través de la tubería, no debe superar la velocidad máxima permitida.

2.11. Consideraciones Generales en Instalaciones Internas de GLP y GNS.

En el entorno más cercano a los quemadores de los artefactos a gas, los sistemas de GLP y GNS frente a otros combustibles líquidos, tienen la particularidad de utilizar un tren de gas que se ajuste respectivamente a cada combustible.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Un aspecto en común que tienen los Sistemas de combustible de GLP y GNS, es que requieren el suministro de combustible con una presión constante mínima de 300 mbar en la alimentación; posterior a ello, la reducción de presión y regulación del flujo se produce desde el tren de gas hacia el quemador logrando el flujo volumétrico de combustible a una presión entre 18 y 23 mbar.

2.11.1.1. Tren de Gas

Mejor conocido como Tren de Válvulas Integrado, consiste en un grupo de válvulas y actuadores que en su conjunto forman válvulas motorizadas para el control de flujo de GLP o GNS. En su conjunto también cuenta con una válvula de venteo y una válvula de modulación.

2.12. Materiales y Componentes de Uso Común para Sistemas de GLP y GNS

Los materiales que se mencionarán a continuación son reconocidos por la NTP 111.011 (2014), la NTP 321.121 (2008) y la NTP 321.123 (2012).

2.12.1. Tuberías y Accesorios

En las instalaciones internas comerciales de GLP y GNS están permitidas las aplicaciones de los siguientes materiales para el diseño de tuberías.

2.12.1.1. Acero

Las tuberías de Acero al Carbono serán seleccionadas bajo la especificación ANSI/ASME B36.10, ASTM A53 Gr.B o ASTM A106 con cédula STD, SCH40 o SCH80.

Los elementos pueden ser unidos mediante soldadura bajo procedimientos y especificaciones API 1104, AWS B2.2, ASME BPVC Sección IX.

Los elementos pueden ser roscados bajo ANSI/ASME B1.1 hasta tuberías de NPS 2”.

Los elementos pueden ser bridados de acuerdo a ANSI/ASME B16.5 a partir de NPS 2”-1/2” en adelante.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

2.12.1.2. Cobre

Las tuberías de Cobre serán del tipo “K” ó “L”, seleccionadas bajo la especificación ASTM B88 o ASTM B280.

Los elementos serán unidos mediante soldadura por capilaridad.

2.12.1.3. Polietileno

La tubería de Polietileno debe ser de alta densidad, es decir PE80 o PE100 y con valores de SDR entre 11, 13.5 o 17. Seleccionadas bajo las especificaciones ISO 4427, DIN 8074, ASTM F714.

Las uniones entre tuberías y tubería, o entre tuberías y accesorios se realizarán mediante Termofusión o Electrofusión.

2.12.2. Accesorios

- Codos Soldables ASTM A234 GR.WPB
- Codos Roscados Clase 3000 ASTM A105 ASME B16.11
- Tee Soldable ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9
- Tee Roscada Clase 3000 ASTM A105 ASME B16.11
- Acoples Roscados Clase 3000 LB ASTM A105
- Reducciones Soldables ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9
- Tapones Roscados Clase 3000 ASTM A105
- Bridas ASTM A105 Clase 150 ANSI B16.5
- O-Let Clase 3000LB ASTM A105
- Pernos/Espárragos Hexagonales ASTM A193 GR.B7
- Tuercas ASTM A194 2H y Arandelas Planas F436
- Empaquetadura Clase 150 de 1/8" Espesor

2.12.3. Válvulas

- Bola / Globo / Mariposa
- De Seguridad
- De Regulación de Presión
- Retención

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

CAPÍTULO III

3. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE ACTUAL

3.1. Casa de Fuerza

Se llama Casa de Fuerza a la edificación que se encuentra dentro de los límites de la propiedad del Hospital Regional Honorio Delgado con un área de 250 m^2 y construida con un primer nivel y un sótano. En esta edificación se tienen instalados equipos que operan con combustible DB5 y energía eléctrica.

Equipos tales como:

- Bombas de Agua
- Bombas de Combustible DB5
- Calderas Pirotubulares
- Grupo Electrógeno
- Tanques para Ablandamiento de Agua

La presente tesis se enfoca en las Calderas Pirotubulares que actualmente operan con combustible DB5, las cuales son usadas para la generación de vapor de agua, el cual es transportado por tuberías hacia diferentes servicios.

En la Figura 3.1 se muestra el exterior de la Casa de Fuerza del HRHD, donde se encuentran las Calderas Pirotubulares que son objeto del proyecto, el área de calderas ocupa el 50% de la edificación.

Figura 3.1

Exterior de Casa de Fuerza del HRHD



Fuente: HRHD (2019)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

En la Figura 3.2 se observa el interior de la Casa de Fuerza, se observan las calderas, las instalaciones de redes de vapor y el área libre disponible para la implementación de los sistemas de combustible GLP y GNS.

Figura 3.2

Interior de Casa de Fuerza del HRHD



Fuente: HRHD (2021)

3.2. Almacenamiento de Combustible DB5

Todas las Calderas Pirotubulares en la Casa de Fuerza, usan combustible DB5. Tal como se detallará en este Capítulo de la tesis, hasta el año 2010 se usaba el D2, posteriormente se comenzó a usar el DB5 (S-50) a nivel nacional hasta la actualidad. Los equipos que funcionan con DB5 son el grupo electrógeno y las calderas de vapor de agua.

El almacenamiento de combustible DB5 se realiza tal como se muestra en la Tabla 3.1, en dos tanques horizontales y para el funcionamiento de las calderas es necesario tener un tanque diario ubicado en casa de fuerza. Usando bombas para combustible se transporta DB5 desde los tanques horizontales del sótano hasta el tanque diario del primer nivel de la Casa de Fuerza.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Tabla 3.1

Capacidad de Tanques para Almacenamiento de DB5

Ubicación	Descripción	Tag de Tanque	Capacidad [gal]
Sótano	Tanque Horizontal 1	T-1	14073.00
	Tanque Horizontal 2	T-2	14077.50
1er Nivel	Tanque Diario	T-3	400.00

Fuente: (HRHD, 2021)

Los tanques horizontales de la Figura 3.3 se encuentran ubicados en el sótano de Casa de Fuerza, dichos tanques tienen la misma capacidad nominal.

Figura 3.3

Tanques de Almacenamiento de DB5 en Sótano



Fuente: HRHD (2021)

El tanque diario de combustible se encuentra en la parte posterior de las calderas, dicho tanque se muestra en la Figura 3.4 y tiene la función de almacenamiento de DB5 necesario para el funcionamiento de las calderas durante un día de operación.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Figura 3.4

Tanque Diario de Combustible DB5



Fuente: HRHD (2021)

La reserva de combustible puede ser de hasta 28150.50 galones que son almacenados en los tanques principales T-1 y T-2, cuya autonomía para el funcionamiento del HRHD puede alcanzar hasta 4 meses de acuerdo al consumo diario que se registra.

El abastecimiento de combustible DB5 a los tanques de almacenamiento ubicados en el sótano, se realiza mensualmente con un camión cisterna que realiza la descarga en planta.

3.3. Distribución de Combustible DB5

3.3.1. Grupo Electrógeno

Le corresponde hasta un máximo del 10% del total de combustible DB5 quemado cuando hay un corte de suministro eléctrico. Tiene un funcionamiento a plena carga cuando no hay suministro de Energía Eléctrica al hospital por parte de SEAL, sea por un corte programado del servicio o eventual; y tiene además el encendido de prueba programado durante 1 hora, realizado 2 veces al mes.

3.3.2. Calderas Pirotubulares

Hasta el 90% del combustible DB5 quemado se debe al funcionamiento de las calderas de vapor de agua. Las calderas operan los 365 días del año incluyendo fines de semana y feriados.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

3.4. Suministro de Vapor Seco

El suministro de vapor producido por las calderas debe ser contínuo durante el funcionamiento de los equipos a vapor de las áreas:

a) Lavandería
b) Nutrición
c) Central de Esterilización
d) Calentadores de Agua
e) Intercambiador de Calor de placas

En la Tabla 3.2 se detallan dos turnos en los que la potencia requerida de las calderas varía de 150 BHP a 50 BHP.

Tabla 3.2

Potencia de Caldera por Turno

Turno	Capacidad de Caldera [BHP]	Servicios	Inicio	Fin
Primer Turno	150	Lavandería, Nutrición, Central de Esterilización, Calentadores de Agua e Intercambiador de Placas	5:30 am	12.00 pm
Segundo Turno	50	Lavandería y Central de Esterilización.	12:00 m	5:00 pm

Fuente: (HRHD, 2021).

Nota: La hora de fin del Segundo Turno varía de acuerdo a solicitud de los diferentes servicios del HRHD, siendo que en ocasiones puede aplazarse o culminar antes (variable ±2 horas).

3.5. Potencia Instalada de Calderas

El HRHD cuenta con 06 calderas de vapor Pirotubulares y hacen un total de 800 BHP instalados, de los cuales sólo se encuentran disponibles 350 BHP que corresponden a 04 calderas en la actualidad.

En la Tabla 3.3 se muestra la condición operacional de las calderas de Casa de Fuerza del HRHD.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Tabla 3.3

Condición Operacional de Calderas en el HRHD

Equipo	Tag de Equipo	Capacidad [BHP]	Condición
LOOS INTERNATIONAL	C-1	50	Operativa
LOOS INTERNATIONAL	C-2	50	Operativa
LOOS INTERNATIONAL	C-3	100	Operativa
DISTRAL - INGENIERIA COLOMBIA	C-4	150	Operativa
THOMASVILLE GA. - INDUSTRIAL BOILER CO. INC	C-5	200	No Operativa
LOOS GUNZENHAUSEN	C-6	250	No Operativa

Fuente: (HRHD, 2021)

Para satisfacer los requerimientos de potencia según el inciso 3.4, para el funcionamiento del Primer Turno con 150 BHP se pueden utilizar cuales quiera de las siguientes alternativas:

- Usar la caldera C-4 de 150 BHP.
- Usar la caldera C-1/C-2 de 50 BHP y C-03 de 100 BHP, ambas simultáneamente.

Durante el Segundo Turno se trabaja únicamente con una caldera de 50 BHP la cual puede ser la caldera C-1 o C-2.

3.5.1. Calderas C-1 y C-2

En la Tabla 3.4 se muestran los datos de placa de las Calderas C-1 y C-2 que son de las mismas características, marca y capacidad. Son calderas de 3 pasos y espalda húmeda, son equipos de origen Alemán.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Tabla 3.4

Datos de Placa de Calderas C-1 y C-2

LOOS INTERNATIONAL THE BOILER COMPANY	
Tag de Equipo	C-1/C-2
Tipo	Pirotubular – Espalda Húmeda
N° Calderas	02
Capacidad	800 [kg/h] (50 [BHP])
Estado	Operativa
Quemador	Weishaupt Monarch / Simple DB5

Fuente: (HRHD, 2021)

En la Figura 3.5 se observa la vista frontal de la caldera C-2 con el quemador simple de DB5 y su tablero electrónico. La admisión de aire se produce a través de un ventilador en la atmósfera del interior del recinto.

Figura 3.5

Vista Frontal de Caldera C-2



Fuente: HRHD (2021)

En la Figura 3.6 se observa la vista posterior de la caldera C-1, la mirilla para observar la llama en el hogar de la caldera y la chimenea hacia el exterior para evacuar los gases de la combustión.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Figura 3.6

Vista Posterior de Caldera C-1



Fuente: HRHD (2021)

3.5.2. Caldera C-3

En la Tabla 3.5 se muestran los datos de placa de la Caldera C-3. Es una caldera pirotubular de 3 pasos y espalda húmeda, es un equipo de origen Alemán.

Tabla 3.5

Datos de Placa de Caldera C-3

LOOS INTERNATIONAL THE BOILER COMPANY	
Tag de Equipo	C-3
Tipo	Pirotubular – Espalda Húmeda
N° Calderas	01
Capacidad	1600 [kg/h] (100 [BHP])
Estado	Operativa
Quemador	Weishaupt Monarch / Simple DB5

Fuente: (HRHD, 2021)

En la Figura 3.7 se observa la vista frontal de la caldera C-3 con el quemador simple de DB5 y su tablero electrónico. La admisión de aire se produce a través de un ventilador en la atmósfera del interior del recinto.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Figura 3.7

Vista Frontal Caldera C-3



Fuente: HRHD (2021)

En la Figura 3.8 se observa la vista posterior de la caldera C-3, la mirilla para observar la llama en el hogar de la caldera y la chimenea hacia el exterior para evacuar los gases de la combustión.

Figura 3.8

Vista Posterior Caldera C-3



Fuente: HRHD (2021)

3.5.3. Caldera C-4

En la Tabla 3.6 se muestran los datos de placa de la Caldera C-4. Es una caldera de 3 pasos y espalda seca, es un equipo de origen Colombiano.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Tabla 3.6

Datos de Placa de Caldera C-4

DISTRAL - INGENIERIA COLOMBIA	
Tag de Equipo	C-04
Tipo	Pirotubular – Espalda Seca
N° Calderas	01
Capacidad	5175 [lb/h] (150 [BHP])
Estado	Operativa
Quemador	COMESA / Simple DB5

Fuente: (HRHD, 2021)

En la Figura 3.9 se observa la vista frontal de la caldera C-4 con el quemador simple de DB5 y su tablero electrónico. La admisión de aire se produce a través de un ventilador en la atmósfera del interior del recinto.

Figura 3.9

Vista Frontal de Caldera C-4



Fuente: HRHD (2021)

En la Figura 3.10 se observa la vista posterior de la caldera C-4, la mirilla para observar la llama en el hogar de la caldera y la chimenea hacia el exterior para evacuar los gases de la combustión.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Figura 3.10

Vista Posterior de Caldera C-4



Fuente: HRHD (2021)

3.5.4. Caldera C-5

La Caldera C-5 se encuentra No Operativa debido a que el quemador actual no tiene la capacidad requerida por la caldera para la generación de vapor y su antigüedad supera los 10 años, por lo cual el HRHD está realizando los trámites correspondientes para solicitar su reposición por antigüedad; solicitan una caldera nueva de 150 BHP. En la Tabla 3.7 se muestran los datos de placa de la Caldera C-5. Es una caldera de 3 pasos y espalda seca, es un equipo de origen Americano.

Tabla 3.7

Datos de Placa de Caldera C-5

THOMASVILLE GA. - INDUSTRIAL BOILER CO. INC	
Tag de Equipo	C-05
Tipo	Pirotubular – Espalda Seca
N° Calderas	01
Capacidad	6900 [lb/h] (200 [BHP])
Estado	No Operativa / Por Reposición
Quemador	Ray Burner CO. / Simple

Fuente: (HRHD, 2021)

En la Figura 3.11 se observa la vista frontal de la caldera C-5 con el quemador simple de DB5 y su tablero electrónico. La admisión de aire se producía a través de un ventilador en la atmósfera del interior del recinto.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Figura 3.11

Vista Frontal de Caldera C-5



Fuente: HRHD (2021)

En la Figura 3.12 se observa la vista posterior de la caldera C-5 con la chimenea hacia el exterior, por donde se realizaba la evacuación los gases de la combustión. Las bridas posteriores se encuentran desmontadas y se pueden observar los tubos de fuego del tercer paso.

Figura 3.12

Vista Posterior de Caldera C-5



Fuente: HRHD (2021)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

3.6. Consumo Histórico de Combustible DB5

En el HRHD, diariamente para la producción de vapor se usan 200.16 gal/día de combustible DB5, los cuales equivalen a un promedio de 6004.92 gal/mes. Los datos que se muestran en la Tabla 3.8 son determinados de acuerdo al registro diario de combustible realizado por los operarios de turno de la Casa de Fuerza.

Tabla 3.8

Consumo Histórico de DB5 del 2015 al 2021

Consumo Histórico de Combustible DB5 [gal]		
Año	**Promedio**	**Mediana**
2015	206.56	215.16
2016	193.26	198.86
2017	177.59	185.82
2018	191.73	202.12
2019	188.81	195.60
2020	166.98	172.78
2021	180.96	182.56
Promedio Diario	**191.69**	**200.16**
Promedio Mensual (30 días)	**5750.81**	**6004.92**
Promedio Anual (365 días)	**69968.20**	**73059.86**

Fuente: (HRHD, 2021)

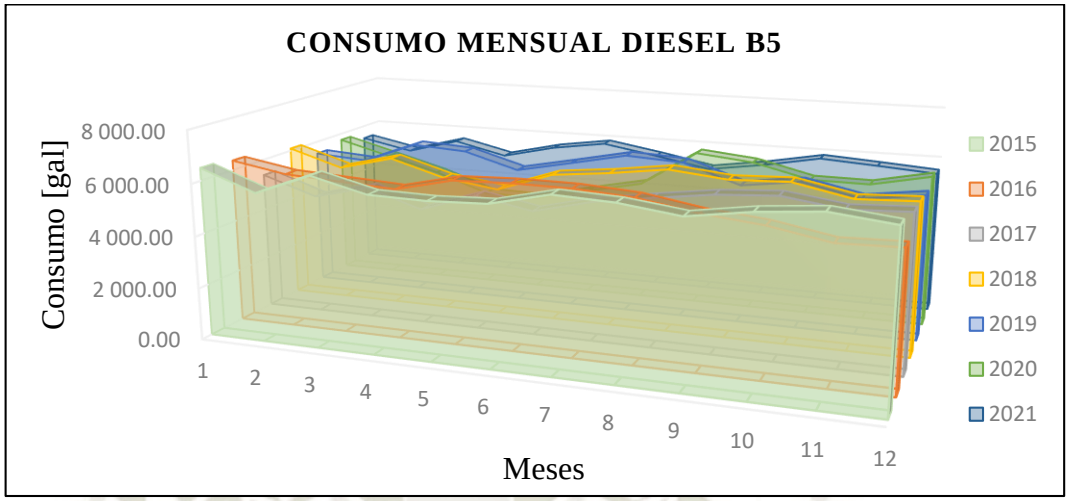
De acuerdo al historial de consumo de DB5, se tiene la Figura 3.13 que resume el consumo mensual de combustible, en el Eje “X” los meses (1: Enero, 2: Febrero,…, 12: Diciembre) y en el Eje “Y” el consumo promedio mensual expresado en galones americanos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Figura 3.13

Consumo Mensual de combustible DB5 del 2015 al 2021



Fuente: HRHD (2021)

Los datos mostrados en la Figura 3.13 y la Tabla 3.9, fueron elaborados como un resumen en base al registro de consumo diario de combustible DB5.

Tabla 3.9

Resumen de Consumo Mensual de Combustible DB5 del 2015 al 2021

		Consumo Mensual de DB5 [gal]						
N°	**Mes \ Año**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**
1	Enero	6 479.03	6 365.26	5 388.78	6 087.94	5 499.70	5 731.23	5 451.52
2	Febrero	5 703.43	5 996.74	4 689.51	5 447.46	5 356.68	5 166.04	5 018.10
3	Marzo	6 516.34	5 881.04	5 212.74	5 979.16	6 170.34	4 600.15	5 591.90
4	Abril	5 991.88	5 760.42	4 531.40	5 356.18	6 039.72	3 866.36	5 095.58
5	Mayo	5 948.16	6 254.18	5 248.60	5 053.00	5 422.40	3 814.24	5 594.68
6	Junio	6 027.78	6 324.40	4 833.17	5 803.80	5 865.89	4 303.47	5 916.90
7	Julio	6 529.24	6 304.45	5 361.07	6 031.03	6 322.92	4 766.12	5 548.50
8	Agosto	6 430.66	6 156.02	5 691.00	6 333.67	6 203.80	6 190.80	5 137.94
9	Septiembre	6 152.94	5 782.98	5 992.40	6 112.28	5 470.28	5 969.11	5 470.24
10	Octubre	6 489.96	5 553.00	6 128.65	6 194.10	5 771.20	5 434.79	5 890.79
11	Noviembre	6 684.63	5 147.54	5 820.73	5 739.85	5 301.48	5 418.12	5 747.38
12	Diciembre	6 443.00	5 206.22	5 921.68	5 837.09	5 604.10	5 885.29	5 588.60
	Promedio Mensual	**6 283.09**	**5 894.35**	**5 401.64**	**5 831.30**	**5 725.40**	**5 095.48**	**5 560.96**
	Promedio Anual	**75 397**	**70 732**	**64 819**	**69 975**	**68 704**	**61 145**	**66 731**

Fuente: (HRHD, 2021)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

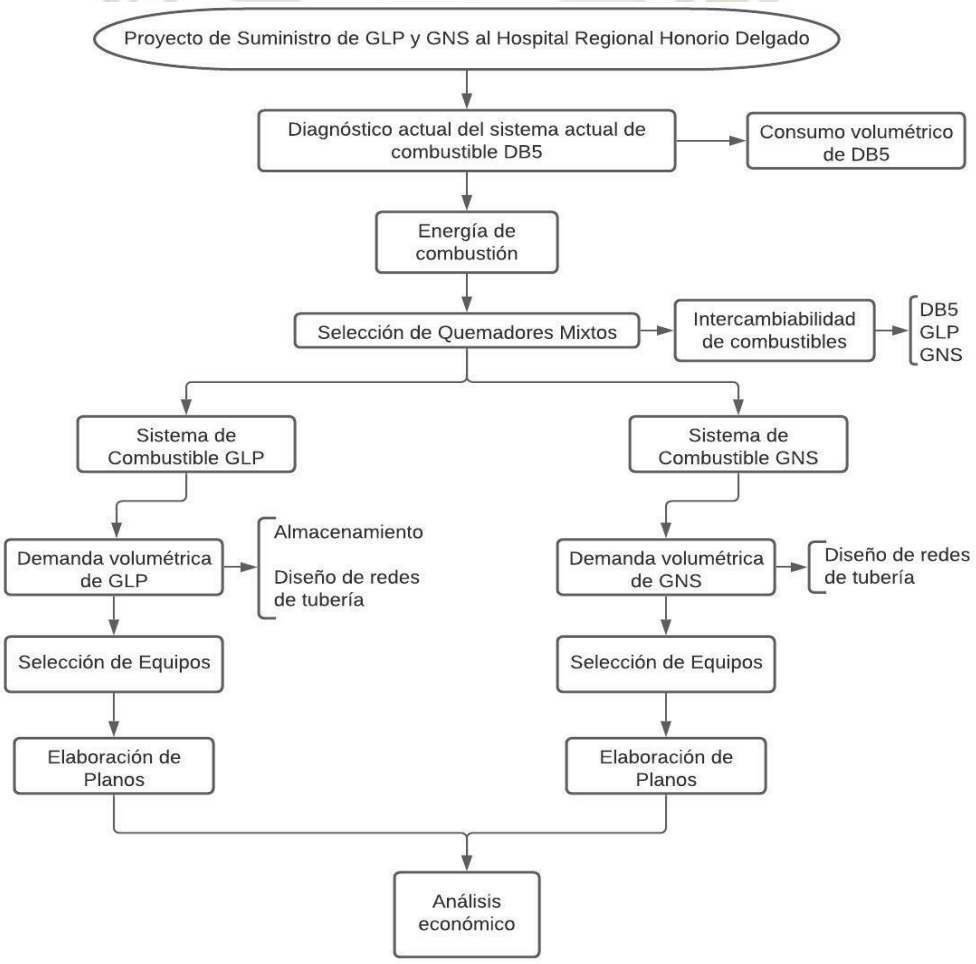
CAPÍTULO IV

4. INGENIERÍA DEL PROYECTO

Para establecer un orden en el desarrollo de la Ingeniería del Proyecto, se plantea seguir el diagrama de flujo de trabajo que se muestra en la Figura 4.1, en donde se puede observar claramente que el proyecto consta de 02 Fases. Ambas partes del proyecto tienen puntos en común y por ende corresponde la utilización común de algunos equipos que serán descritos en los siguientes capítulos. La Fase I corresponde al diseño del Sistema de Combustible GLP y su almacenamiento; así como la Fase II corresponde al diseño del Sistema de Combustible GNS.

Figura 4.1

Diagrama de Flujo de la Elaboración del Proyecto de Tesis



Fuente: Elaboración propia (2021)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Así mismo, para establecer un orden en la emisión de planos para cada una de las fases del proyecto, es adecuado utilizar el Manual de Codificación de Planos y Líneas de Tuberías que se ha detallado en el **Anexo 1**.

Siendo que la codificación de documentos es una de las mejores prácticas que se realiza en la industria y minería.

4.1. Energía Equivalente Generada entre Combustibles

Partimos de la premisa en que, sea cual fuere el combustible sustituto a emplear, el nuevo combustible debe generar la misma energía que el combustible inicial que se pretende sustituir, en tal caso se debe cumplir la Ecuación (4.1):

$$E_{ci} = E_{c1} = E_{c2} = E_{c3} = \cdots \quad (4.1)$$

Donde:

E_{ci}: Energía de combustión del combustible "i"

i: Subíndice que toma el valor de "1" a "n" [-]

4.2. Balance de Energía del Combustible DB5

Para cuantificar la cantidad energía que desprende el combustible DB5 usado en el Hospital Regional Honorio Delgado, es importante fijar una unidad de energía que sea conocida y comparable con otras fuentes de información; es por ello que se usará la unidad de medida MMBTU la cual hace referencia a millones de BTU.

Es importante asociar la cantidad de energía que se puede generar a partir de una cierta cantidad de volumen de combustible con el costo que representa la operación de los equipos que queman éste combustible. En el caso de la presente tesis, los equipos para generación de vapor son Calderas Pirotubulares, las cuales funcionan con DB5.

De acuerdo al inciso 2.3.1 y la Tabla 2.2, tomaremos como referencia el poder calorífico neto o inferior del DB5 y su respectiva densidad relativa.

Con la Ecuación (4.2) se determina la energía de combustión liberada por el combustible.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

$$E = Q = PC * m \quad (4.2)$$

Donde:

E: Energía de combustión

Q: Calor

PC: Poder calorífico del combustible

m: Masa de combustible

4.2.1. Consumo Volumétrico de Combustible DB5

a) Se debe determinar la energía en MMBTU que se produce quemando 1 galón de combustible DB5. Así como también determinar la energía total generada de forma diaria, mensual o anual.

Aplicando la Ecuación (4.3).

$$E = Q = 358749 * 10^{-14} * PC_{db5} * \rho_{db5} * V_{db5} \quad (4.3)$$

Donde:

E: Energía de combustión [MMBTU]

Q: Calor [MMBTU]

PCI_{db5}: Poder calorífico inferior [kJ/kg]

ρ_{db5}: Densidad del DB5 [kg/m^3]

V_{db5}: Volumen de combustible DB5 [gal]

b) Luego determinaremos el volumen de combustible DB5 en galones que se requiere para generar 1 MMBTU.

Despejando la Ecuación (4.3) se obtiene la expresión que se muestra en la Ecuación (4.4).

$$V_{db5} = \frac{E}{358749 * 10^{-14} * PC_{db5} * \rho_{db5}} \quad (4.4)$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

4.2.2. Energía Generada por el Combustible DB5

A partir de los datos conocidos del consumo histórico de combustible DB5 del inciso 3.6, se utilizan las Ecuaciones (4.3) y (4.4) para determinar el volumen de combustible DB5 que se requiere para producir una unidad de energía y de manera análoga determinar la energía generada por una unidad de volumen.

En la Tabla 4.1 se muestran los valores de consumo de combustible DB5 y la cantidad de energía generada en el HRHD.

Tabla 4.1

Consumo de DB5 y Energía Generada

Consumo de DB5 y Energía Generada				
Condición	**Volumen de Combustible**	**Unidades**	**Energía Generada**	**Unidades**
Referencia	7.72 1	[gal/MMBTU] [gal]	1 0.1295	[MMBTU] [MMBTU/gal]
Diario	200.16	[gal]	25.93	[MMBTU]
Mensual (30 días)	6004.92	[gal]	777.92	[MMBTU]
Anual (365 días)	73059.86	[gal]	9464.72	[MMBTU]

Fuente: (Elaboración propia)

El volumen de combustible DB5 y la energía generada que se indican en la Tabla 4.1 son utilizados para el Análisis Económico en el inciso 5.2.1.1.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

4.3. Balance de Energía de Combustibles GLP y GNS

4.3.1. Demanda Volumétrica de Gases Combustibles

4.3.1.1. De Acuerdo al Consumo Histórico de Combustible DB5

La energía de combustión generada por los gases combustibles se puede calcular de acuerdo a la Ecuación (4.5).

$$E = Q = PCS * V \tag{4.5}$$

Donde:

E: Energía de combustión
Q: Calor
PCS: Poder calorífico superior del combustible en fase gas
V: Volumen de combustible en fase gas

Despejando la Ecuación (4.5) y añadiendo factores de conversión se tiene la expresión que se muestra en la Ecuación (4.6).

$$V = \frac{252164 * E}{PCS} \tag{4.6}$$

Donde:

E: Energía de combustión [MMBTU]
PCS: Poder calorífico superior del combustible en fase gas [kcal/m^3]
V: Volumen de combustible en fase gas [m^3]

Adicionalmente debemos aplicar un Factor de Servicio para abastecer la demanda de un eventual pico máximo de requerimiento de combustible.

$$V = \frac{252164 * E}{PCS} * FS \tag{4.7}$$

Donde:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

FS: Factor de servicio, adoptado con valor de 1.25 [-]

Despejando la Ecuación (4.6) se obtiene la expresión que se muestra en la Ecuación (4.8) para determinar el volumen del gas combustible que se requiere para generar 1 MMBTU.

$$E = \frac{V * PCS}{252164} \tag{4.8}$$

4.3.2. Energía Equivalente Generada a partir del Combustible GLP

A partir de la Tabla 4.1 se conoce la energía generada promedio por el combustible DB5, con dichos datos de manera análoga podemos calcular el volumen y la cantidad de energía de forma diaria, mensual y anual que se requieren para el funcionamiento de las calderas Pirotubulares con GLP en la Casa de Fuerza del Hospital.

Con los datos conocidos de Energía Generada por el DB5, se usan las Ecuaciones (4.6) y (4.8) para reemplazar datos.

En la Tabla 4.2 se muestran los valores de consumo de volumen de combustible GLP en fase gas y la cantidad de energía generada en el HRHD, la energía generada debe ser la misma que se produce quemando DB5.

Tabla 4.2

Consumo Equivalente de GLP en Fase Gas y Energía Equivalente Generada

Consumo Equivalente de GLP en Fase Gas y Energía Equivalente Generada				
Condición	**Volumen de Combustible**	**Unidades**	**Energía Generada**	**Unidades**
Referencia	11.33 1	[m^3/MMBTU] [m^3]	1 0.0883	[MMBTU] [MMBTU/m^3]
Diario	293.67	[m^3]	25.93	[MMBTU]
Mensual (30 días)	8810.44	[m^3]	777.92	[MMBTU]
Anual (365 días)	107193.66	[m^3]	9464.72	[MMBTU]

Fuente: (Elaboración propia)

Los resultados mostrados en la Tabla 4.2 son de volumen de GLP en fase gas. Es necesario conocer el equivalente de combustible GLP en fase líquido, por lo que se debe

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

utilizar la Ecuación (4.27). Conocer el volumen de GLP en fase Líquido es útil para dimensionar los tanques de almacenamiento para GLP.

En la Tabla 4.3 se muestra el consumo equivalente en volumen de combustible GLP en fase líquido.

Tabla 4.3

Consumo Equivalente de GLP en Fase Líquido y Energía Equivalente Generada

Consumo Equivalente de GLP en Fase Líquido y Energía Equivalente Generada				
Condición	**Volumen de Combustible**	**Unidades**	**Energía Generada**	**Unidades**
Referencia	9.94 1	[gal/MMBTU] [gal]	1 0.1006	[MMBTU] [MMBTU/gal]
Diario	257.71	[gal]	25.93	[MMBTU]
Mensual (30 días)	7731.37	[gal]	777.92	[MMBTU]
Anual (365 días)	94065.01	[gal]	9464.72	[MMBTU]

Fuente: (Elaboración propia)

Del inciso 2.4.3 se conoce la densidad para el GLP como Líquido 560 kg/m^3 o 2.12 kg/gal, y la densidad relativa como gas 1.86 veces respecto del aire.

El volumen de combustible que se indica en la Tabla 4.3 será usado para realizar el dimensionamiento de los tanques de almacenamiento de combustible GLP en el inciso 4.7.2; así como también será utilizada la energía equivalente generada para el Análisis Económico en el inciso 5.2.1.2.

4.3.3. Energía Equivalente Generada a partir del Combustible GNS

Nuevamente a partir de la Tabla 4.1 se conoce la energía generada promedio por el combustible DB5, con dichos datos de manera análoga podemos calcular el volumen y la cantidad de energía de forma diaria, mensual y anual que se requieren para el funcionamiento de las calderas Pirotubulares con GNS en la Casa de Fuerza del Hospital.

Con los datos conocidos de Energía Generada por el DB5, se usan las Ecuaciones (4.6) y (4.8) para reemplazar datos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

En la Tabla 4.4 se muestran los valores de consumo de combustible GNS y la cantidad de energía generada en el HRHD, la energía generada debe ser la misma que se produce quemando DB5 o GLP.

Tabla 4.4

Consumo Equivalente de GNS y Energía Equivalente Generada

Consumo Equivalente de GNS y Energía Equivalente Generada				
Condición	**Volumen de Combustible**	**Unidades**	**Energía Generada**	**Unidades**
Referencia	26.54 1	[m^3/MMBTU] [m^3]	1 0.0377	[MMBTU] [MMBTU/m^3]
Diario*	688.30*	[m^3]	25.93	[MMBTU]
Mensual* (30 días)	20648.88*	[m^3]	777.92	[MMBTU]
Anual* (365 días)	251228.08*	[m^3]	9464.72	[MMBTU]
* A los valores de volumen de combustible GNS en m^3, se les debe aplicar un Factor de Corrección de Volumen. Esto es aplicado en el recibo mensual del Distribuidor de GNS. En la presente tesis, se toma un valor referencial de 1.2711				

Fuente: (Elaboración propia)

El volumen de combustible GNS y la energía equivalente generada que se indica en la Tabla 4.4 serán utilizados para el Análisis Económico en el inciso 5.2.1.3.

4.4. Selección de Quemadores Mixtos

Del inciso 3.5 se conocen los datos de placa de las calderas pirotubulares de Casa de Fuerza en el HRHD. Desde luego, se procede a realizar el cálculo de potencia del quemador mixto (gas/gas-oil) para cada caldera.

4.4.1. Potencia de Quemador Mixto

$$P_Q = \frac{P_N}{\eta} \tag{4.9}$$

Donde:

P_Q: Potencia del quemador mixto

P_N: Potencia nominal de la caldera

η: Eficiencia de la caldera

Reescribiendo la ecuación anterior se obtiene:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

$$P_Q = \frac{9.81 * P_N}{\eta} \quad (4.10)$$

Donde:

P_Q: Potencia del quemador mixto [kW]

P_N: Potencia nominal de la caldera [BHP]

η: Eficiencia de la caldera [%]

A continuación definimos un factor de compensación por altitud de colocación a una elevación en m.s.n.m., debido a que los quemadores son diseñados de acuerdo a la presión atmosférica a una elevación de 0 m.s.n.m. (Weishaupt Monarch, 2015a, 2015b, 2015c). Así mismo se aprecian las consideraciones que se deben tomar por parte del fabricante de los equipos en el **Anexo 2**.

$$f = \frac{1}{100} \quad (4.11)$$

Donde:

f: Factor de compensación por altitud [%/m.s.n.m.]

El factor de compensación por altitud se aplica como se muestra a continuación:

$$f' = f * h \quad (4.12)$$

Donde:

f': Factor de compensación equivalente [%]

h: Altitud de colocación [m.s.n.m.]

La potencia del quemador se calcula con la relación que se muestra:

$$P_Q = \frac{9.81 * P_N * (1 + f')}{\eta} \quad (4.13)$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

En la Tabla 4.5 se muestra el factor de compensación para el caso de la provincia de Arequipa, la elevación promedio es de 2335 m.s.n.m., por lo tanto el factor de compensación por altitud equivalente se calcula de acuerdo a la Ecuación (4.12).

Tabla 4.5

Factor de Compensación Equivalente por Altitud

Factor de Compensación Equivalente por Altitud			
Descripción	**Variable**	**Cantidad**	**Unidades**
Factor de compensación por altitud	f	1/100	[%/m.s.n.m.]
Altitud de colocación	h	2335	[m.s.n.m.]
Factor de compensación equivalente	f′	23.35	[%]

Fuente: (Elaboración propia)

La potencia de los quemadores mixtos (gas/gas-oil) para las Calderas, se determina a partir de la Ecuación (4.13).

4.4.2. Quemador Mixto para Caldera C-1

En la Tabla 4.6 se muestra la potencia de la caldera C-1 en diferentes unidades de potencia, así como la eficiencia térmica de las calderas, también se indica la potencia del quemador y el volumen real del gas combustible que se pretende utilizar.

Tabla 4.6

Potencia de Quemador Mixto para la Caldera C-1

Potencia de Quemador Mixto para la Caldera C-1			
Descripción	**Variable**	**Cantidad**	**Unidades**
Potencia de Caldera	P_N	50 490.50 1.67	[BHP] [kW] [MMBTU/h]
Eficiencia de Caldera	η	80	[%]
Potencia del Quemador Mixto	P_Q	756.29 2.58	[kW] [MMBTU/h]
Consumo Nominal de GLP	$\dot{V}_{glp}$	18.95	[m^3/h]
Consumo Real de GLP		23.69	[m^3/h]
Consumo Nominal de GNS	$\dot{V}_{gns}$	44.42	[m^3/h]
Consumo Real de GNS		55.53	[m^3/h]

Fuente: (Elaboración propia)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Para tal caso, se opta por seleccionar el Quemador Mixto Weishaupt Monarch Modelo WM-GL10/3-A ZM-T R1.1/2" que opera en un rango de Potencias entre 500 y 1000 kW, se muestra con mayor detalle en el **Anexo 3.**

4.4.3. Quemador Mixto para Caldera C-2

En la Tabla 4.7 se muestra la potencia la caldera C-2 en diferentes unidades de potencia, así como la eficiencia térmica de las calderas, también se indica la potencia del quemador y el volumen real del gas combustible que se pretende utilizar.

Tabla 4.7

Potencia de Quemador Mixto para la Caldera C-2

Potencia de Quemador Mixto para la Caldera C-2			
Parámetro	**Variable**	**Cantidad**	**Unidades**
Potencia de Caldera	P_N	50 490.50 1.67	[BHP] [kW] [MMBTU/h]
Eficiencia de Caldera	η	80	[%]
Potencia del Quemador Mixto	P_Q	756.29 2.58	[kW] [MMBTU/h]
Consumo Nominal de GLP	$\dot{V}_{glp}$	18.95	[m^3/h]
Consumo Real de GLP		23.69	[m^3/h]
Consumo Nominal de GNS	$\dot{V}_{gns}$	44.42	[m^3/h]
Consumo Real de GNS		55.53	[m^3/h]

Fuente: (Elaboración propia)

Para tal caso, se opta por seleccionar el Quemador Mixto Weishaupt Monarch Modelo WM-GL10/3-A ZM-T R1.1/2" que opera en un rango de Potencias entre 500 y 1000 kW, se muestra con mayor detalle en el **Anexo 3**.

4.4.4. Quemador Mixto para Caldera C-3

En la Tabla 4.8 se muestra la potencia la caldera C-3 en diferentes unidades de potencia, así como la eficiencia térmica de las calderas, también se indica la potencia del quemador y el volumen real del gas combustible que se pretende utilizar.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 4.8

Potencia de Quemador Mixto para la Caldera C-3

Potencia de Quemador Mixto para la Caldera C-3			
Parámetro	**Variable**	**Cantidad**	**Unidades**
Potencia de Caldera	P_N	100 981.00 3.35	[BHP] [kW] [MMBTU/h]
Eficiencia de Caldera	η	80	[%]
Potencia del Quemador Mixto	P_Q	1512.58 5.16	[kW] [MMBTU/h]
Consumo Nominal de GLP	$\dot{V}_{glp}$	37.91	[m^3/h]
Consumo Real de GLP		47.39	[m^3/h]
Consumo Nominal de GNS	$\dot{V}_{gns}$	88.85	[m^3/h]
Consumo Real de GNS		111.06	[m^3/h]

Fuente: (Elaboración propia)

Para tal caso, se opta por seleccionar el Quemador Mixto Weishaupt Monarch Modelo WM-GL20/2-A ZM-T R2" que opera en un rango de Potencias entre 500 y 2000 kW, se muestra con mayor detalle en el **Anexo 4**.

4.4.5. Quemador Mixto para Caldera C-4

En la Tabla 4.9 se muestra la potencia la caldera C-4 en diferentes unidades de potencia, así como la eficiencia térmica de las calderas, también se indica la potencia del quemador y el volumen real del gas combustible que se pretende utilizar.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Tabla 4.9

Potencia de Quemador Mixto para la Caldera C-4

Potencia de Quemador Mixto para la Caldera C-4			
Parámetro	**Variable**	**Cantidad**	**Unidades**
Potencia de Caldera	P_N	150 1471.50 5.02	[BHP] [kW] [MMBTU/h]
Eficiencia de Caldera	η	80	[%]
Potencia del Quemador Mixto	P_Q	2268.87 7.75	[kW] [MMBTU/h]
Consumo Nominal de GLP	$\dot{V}_{glp}$	56.86	[m^3/h]
Consumo Real de GLP		71.08	[m^3/h]
Consumo Nominal de GNS	$\dot{V}_{gns}$	133.27	[m^3/h]
Consumo Real de GNS		166.58	[m^3/h]

Fuente: (Elaboración propia)

Para tal caso, se opta por seleccionar el Quemador Mixto Weishaupt Monarch Modelo WM-GL30/1-A ZM-T DN65 que opera en un rango de Potencias entre 1350 y 3100 kW, se muestra con mayor detalle en el **Anexo 5**.

4.4.6. Quemador Mixto para Caldera C-5

La Caldera C-5 actualmente es de 200 BHP pero se encuentra fuera de funcionamiento. Tal como se indica en el inciso 3.5.4, se está solicitando la reposición por antigüedad de dicho equipo, para una potencia de 150 BHP. Sin embargo, se debe dimensionar el quemador para una potencia estimada de 150 BHP, así como los flujos volumétricos de GLP y GNS para dejar las conexiones necesarias para una instalación futura.

En la Tabla 4.10 se muestra la potencia la Nueva Caldera C-5 en diferentes unidades de potencia, así como la eficiencia térmica de las calderas, también se indica la potencia del quemador y el volumen real del gas combustible que se pretende utilizar.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 4.10

Potencia de Quemador Mixto para la Caldera C-5 (Proyectado)

Potencia de Quemador Mixto para la Caldera C-5 (Proyectado)			
Parámetro	**Variable**	**Cantidad**	**Unidades**
Potencia de Caldera	P_N	150 1471.50 5.02	[BHP] [kW] [MMBTU/h]
Eficiencia de Caldera	η	80	[%]
Potencia del Quemador Mixto	P_Q	2268.87 7.75	[kW] [MMBTU/h]
Consumo Nominal de GLP	$\dot{V}_{glp}$	56.86	[m^3/h]
Consumo Real de GLP		71.08	[m^3/h]
Consumo Nominal de GNS	$\dot{V}_{gns}$	133.27	[m^3/h]
Consumo Real de GNS		166.58	[m^3/h]

Fuente: (Elaboración propia)

En éste caso no corresponde realizar la selección del equipo, debido a que debe ser parte del suministro de la nueva caldera que será solicitada para reposición por antigüedad.

4.5. Factor de Simultaneidad y Máxima Potencia

Hay que tener en cuenta que no es probable que todos los artefactos trabajen simultáneamente (NTP 321.121, 2008).

Por lo cual se debe considerar el caudal máximo probable con la siguiente expresión.

$$\dot{V}_{max} = \dot{V}_A + \dot{V}_B + \frac{(\dot{V}_C + \dot{V}_D + \cdots + \dot{V}_N)}{2} \qquad (4.14)$$

Donde:

$\dot{V}_{max}$: Máximo flujo volumétrico probable de gas combustible [m^3/h]

$\dot{V}_A$: Equipo con mayor flujo volumétrico de gas [m^3/h]

$\dot{V}_B$: Segundo equipo con mayor flujo volumétrico de gas [m^3/h]

$\dot{V}_{C,D,N}$: Flujo volumétrico de combustible del resto de equipos [m^3/h]

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

4.6. Determinación del Índice de Wobbe e Intercambiabilidad entre GLP y GNS

Para la intercambiabilidad entre el combustible líquido DB5 y gas no existe limitación, debido a que el quemador propuesto para éste proyecto es mixto, sin embargo se debe realizar un análisis para la intercambiabilidad entre gases combustibles GLP y GNS debido a su índice de Wobbe.

4.6.1. Intercambiabilidad de los Combustibles

Márquez (2005) nos explica que el cambio de combustibles líquidos por gaseosos suele quedar limitada a la necesidad de alterar el equipo de combustión, aunque en muchos casos, si esa posibilidad ya se ha previsto, las modificaciones son mínimas, por ejemplo. Si los quemadores eran de diseño dual (para gas-líquido).

"En las aplicaciones industriales, se dice que dos gases son intercambiables cuando ambos tienen el mismo índice de Wobbe" (Márquez, 2005).

El índice de Wobbe se calcula con la expresión que se muestra en la Ecuación (4.15):

$$IW = \frac{PCS}{\sqrt{d_r}} \qquad (4.15)$$

Donde:

IW: Índice de Wobbe del gas combustible [MJ/m^3]

PCS: Poder calorífico superior del gas combustible [MJ/m^3]

d_r: Densidad relativa del gas combustible con respecto al aire [-]

Si los gases que se pretenden intercambiar no pertenecen a una misma familia, según como lo indica la Tabla 2.8 ; luego de corroborar que existe diferencia en el índice de Wobbe, la intercambiabilidad de gases ya no es tan sencilla.

Por ejemplo, si el combustible principal es GNS y se pretende usar el GLP como reserva, se conoce que el índice de Wobbe del GLP es mayor que el del GNS; por lo tanto se debe introducir un nuevo término que consiste en una mezcla de gas combustible GLP y aire para reducir el poder calorífico del GLP, tal que iguale el índice de Wobbe del GNS.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

En el caso del GLP, cuando se pretende mezclar en una proporción de Aire, se le denomina Aire Propanado y puede calcularse su índice de Wobbe con la Ecuación (4.16).

$$IW_M = \frac{PCS_M}{\sqrt{d_{r_M}}} \tag{4.16}$$

El poder calorífico de la mezcla se encuentra representado por la fracción volumétrica del GLP, debido a que el aire no aporta PCS:

$$PCS_M = \alpha_{glp} * PCS_{glp} \tag{4.17}$$

La densidad relativa de la mezcla se define a partir de las fracciones volumétricas de los componentes, en el caso del aire, la densidad relativa respecto a si mismo es igual a la unidad.

$$d_{r_M} = \alpha_{glp} * d_{r_{glp}} + d_{r_{aire}} * \alpha_{aire} \tag{4.18}$$

$$\alpha_{aire} = 1 - \alpha_{glp} \tag{4.19}$$

Reescribiendo la Ecuación (4.18) se obtiene:

$$d_{r_M} = \alpha_{glp} * (d_{r_{glp}} - 1) + 1 \tag{4.20}$$

Donde:

IW_M:	Índice de Wobbe de la mezcla de GLP y aire [MJ/m^3]
PCS_M:	Poder calorífico superior de la mezcla de GLP y aire [MJ/m^3]
PCS_{glp}:	Poder calorífico superior del GLP [MJ/m^3]
d_{r_M}:	Densidad relativa de la mezcla de GLP y aire, con respecto al aire [-]
$d_{r_{glp}}$	Densidad relativa del GLP con respecto al aire [-]
$d_{r_{aire}}$	Densidad relativa del aire con respecto al aire [-]
α_{glp}	Fracción volumétrica de GLP en la mezcla [-]
α_{aire}	Fracción volumétrica de aire en la mezcla [-]

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Márquez (2005) nos explica que ésta mezcla se realiza en proporciones tales que su índice de Wobbe sea igual al del gas a sustituir. Luego de igualar los índices de Wobbe se puede realizar la intercambiabilidad de los gases combustibles.

Con la Ecuación (4.21) se determina la fracción volumétrica de GLP que debe contener la mezcla de Aire Propanado.

$$\alpha_{glp} = \frac{2}{1 - d_{r_{glp}} + \sqrt{\left(1 - d_{r_{glp}}\right)^2 + 4 * \left(\frac{PCS_{glp}}{IW_M}\right)^2}} \quad (4.21)$$

El índice de Wobbe del combustible GLP y GNS son determinados con la Ecuación (4.15).

4.6.2. Índice de Wobbe del GLP

En la Tabla 4.11 se muestra el índice de Wobbe del combustible GLP en fase gas, calculado a partir de los datos de los incisos 2.4.2 y 2.4.3.

Tabla 4.11

Índice de Wobbe del Combustible GLP en Fase Gas

Índice de Wobbe del Combustible GLP en Fase Gas			
Parámetro	**Variable**	**Cantidad**	**Unidades**
Índice de Wobbe del GLP	IW_{glp}	68.31	[MJ/m^3]
		16325.49	[kcal/m^3]
		64741.45	[BTU/m^3]

Fuente: (Elaboración propia)

De acuerdo a la Tabla 2.8, el GLP es un gas que pertenece a la tercera familia y tiene un índice de Wobbe superior cercano al mínimo de 72.9 MJ/m^3.

4.6.3. Índice de Wobbe del GNS

En la Tabla 4.12 se muestra el índice de Wobbe del combustible GNS, calculado a partir de los datos de los incisos 2.5.3 y 2.5.4.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Tabla 4.12

Índice de Wobbe del Combustible GNS

Índice de Wobbe del Combustible GNS			
Parámetro	**Variable**	**Cantidad**	**Unidades**
Índice de Wobbe del GNS	IW_{gns}	51.31	[MJ/m^3]
		12264.44	[kcal/m^3]
		48636.71	[BTU/m^3]

Fuente: (Elaboración propia)

De acuerdo a la Tabla 2.8, el GNS es un gas que pertenece a la segunda familia y tiene un índice de Wobbe superior cercano al máximo de 54.7 MJ/m^3.

4.6.4. Índice de Wobbe de la Mezcla GLP-Aire

Los índices de Wobbe del GLP y GNS no tienen el mismo valor numérico, siendo el IW del GLP superior en 33% al IW del GNS; por lo cual, de acuerdo al inciso 4.6.1 es necesario realizar una mezcla de Aire Propanado para que sea posible la intercambiabilidad entre GLP y GNS sin realizar ninguna modificación física en el equipo quemador.

El resultado esperado es realizar una mezcla de combustible cuya fracción volumétrica de GLP en fase gas y Aire estándar adecuados, puedan formar una mezcla combustible de Aire Propanado que tenga el mismo índice de Wobbe del GNS. Para ello se aplica la Ecuación (4.21).

En la Tabla 4.13 se muestra la fracción volumétrica de GLP y Aire que son adecuados en la Mezcla para obtener el mismo índice de Wobbe del GNS.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Tabla 4.13

Composición de la Mezcla Combustible GLP-Aire (Aire Propanado)

Composición de la Mezcla Combustible GLP-Aire			
Parámetro	**Variable**	**Cantidad**	**Unidades**
Fracción volumétrica de GLP en la mezcla	α_{glp}	0.6965	[-]
Fracción volumétrica de Aire en la mezcla	α_{aire}	0.3035	[-]
Índice de Wobbe de la Mezcla	IW_M	51.31 12264.44 48636.71	[MJ/m^3] [kcal/m^3] [BTU/m^3]

Fuente: (Elaboración propia)

Para obtener la mezcla combustible de GLP y Aire se debe utilizar un equipo mezclador. El equipo será seleccionado en el inciso 4.7.6.

4.6.5. Propiedades Características de los Gases

Hay dos maneras de describir la composición de una mezcla: ya sea mediante la especificación del número de moles de cada componente, método que recibe el nombre de análisis molar, o mediante la especificación de la masa de cada componente, denominado análisis gravimétrico. (Boles et al., 2019)

La determinación de las propiedades características de un gas combustible se realiza fácilmente a partir de su composición molar (o volumétrica). En las aplicaciones técnicas se obtiene suficiente precisión suponiendo que los gases se comportan como ideales (Márquez, 2005).

El gas combustible hereda el comportamiento del gas con mayor fracción volumétrica en la composición.

Con la Ecuación (4.22) es posible realizar el cálculo del PCS, PCI, densidad y densidad relativa de los gases combustibles.

$$P_M = P_1 * X_1 + P_2 * X_2 + \cdots + P_n * X_n \qquad (4.22)$$

Donde:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

P_M: Propiedad del gas producto de una mezcla

P_i: Propiedad del gas componente "i"

X_i: Fracción volumétrica de cada gas componente "i" [-]

i: Subíndice que toma el valor de "1" a "n" [-]

4.7. Diseño del Sistema de Combustible GLP

Tal como se indicó en el alcance de la presente tesis, el suministro e instalación del sistema de combustible GLP será únicamente para el uso exclusivo de las Calderas Pirotubulares de Casa de Fuerza del HRHD.

4.7.1. Volumen de Almacenamiento de GLP

La función de la densidad se determina a partir de:

$$\rho = \frac{m}{V} \tag{4.23}$$

Despejando la masa de la sustancia se obtiene:

$$m = \rho * V \tag{4.24}$$

Donde:

m: Masa de la sustancia

ρ: Densidad de la sustancia

V: Volumen de la sustancia

En el caso del GLP, se conoce que la masa de combustible total para producir una misma cantidad de energía en cualquier fase es constante.

$$m_{glp_{fase\ 1}} = m_{glp_{fase\ 2}} = m_{glp_{fase\ n}} \tag{4.25}$$

Donde:

$m_{glp_{fase\ i}}$: Masa del combustible GLP en fase "i" [kg]

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

i: Subíndice que toma el valor de "1" a "n" [-]

Por lo tanto se puede realizar el siguiente balance para el GLP al igualar las expresiones de la Ecuación (4.24) en fase líquido y en fase gas:

$$\rho_{glp_G} * V_{glp_G} = \rho_{glp_L} * V_{glp_L} \quad (4.26)$$

Despejando la ecuación anterior, se puede determinar el volumen del combustible GLP en fase líquido:

$$V_{glp_L} = \frac{\rho_{glp_G}}{\rho_{glp_L}} * V_{glp_G} \quad (4.27)$$

Donde:

V_{glp_L}: Volumen de GLP en fase líquido [gal]

V_{glp_G}: Volumen de GLP en fase gas [m^3]

ρ_{glp_L}: Densidad de GLP en fase líquido [kg/gal]

ρ_{glp_G}: Densidad de GLP en fase gas [kg/m^3]

De manera análoga se puede reescribir la Ecuación (4.27) en función de los flujos volumétricos de GLP tanto en fase líquido como fase gas.

$$\dot{V}_{glp_L} = \frac{\rho_{glp_G}}{\rho_{glp_L}} * \dot{V}_{glp_G} \quad (4.28)$$

Donde:

$\dot{V}_{glp_L}$: Flujo volumétrico de combustible GLP en fase líquido [gal/h]

$\dot{V}_{glp_G}$: Flujo volumétrico de combustible GLP en fase vapor [m^3/h]

La cantidad de tanques de almacenamiento se estima con la siguiente expresión:

$$N_{tk} = \frac{V_{glp_L}}{C_e * V_{tk}} * \left(\frac{A}{30}\right) * FS \quad (4.29)$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Donde:

N_{tk}: Cantidad de tanques para almacenamiento de GLP [-]

V_{glp_L}: Volumen de GLP en fase líquido [gal]

V_{tk}: Volumen o Capacidad nominal de cada tanque [gal]

C_e: Capacidad efectiva del tanque, de 0.60 a 0.65 [-]

A: Autonomía [días]

FS: Factor de servicio, adoptado con valor de 1.25 [-]

4.7.2. Capacidad Volumétrica de Almacenamiento de GLP

Los tanques con capacidad de almacenamiento menor a 1050 galones tienen un porcentaje máximo de capacidad del 80% de llenado con GLP líquido (NTP 321.123, 2012). Además CEPSA ELF GAS S.A. (2001) recomienda tener una reserva de un 30% a un 20% de la capacidad, para evitar problemas por insuficiente vaporización natural de combustible GLP.

Se conoce el consumo máximo de GLP de acuerdo a la Tabla 4.3, el cual se usa para el dimensionamiento, diseño y selección de los tanques. Aplicando la Ecuación (4.29) se calcula la cantidad de tanques necesarios de acuerdo a su capacidad considerando una capacidad efectiva del 65% del tanque de almacenamiento de GLP para cada tanque.

Se establece que el suministro de GLP debe realizar por lo menos 3 veces al mes; es decir que el abastecimiento debe darse cada 10 días, con un margen máximo de 2 días de oscilación.

En la Tabla 4.14 se muestra la capacidad nominal y la cantidad de tanques que se deben implementar en el sistema de almacenamiento de GLP para un adecuado abastecimiento de combustible.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Tabla 4.14

Cantidad y Capacidad de los Tanques para Almacenamiento de GLP

Cantidad y Capacidad de los Tanques para Almacenamiento de GLP			
Parámetro	**Variable**	**Cantidad**	**Unidades**
Volumen de GLP requerido en fase líquido por mes	V_{glp_L}	7731.37	[gal]
Volumen o Capacidad nominal de cada tanque	V_{tk}	1000	[gal]
Capacidad efectiva de cada tanque	C_e	0.65	[-]
Autonomía	A	10	[días]
Factor de servicio	FS	1.25	[-]
Cantidad de tanques	N_{tk}	5	[-]

Fuente: (Elaboración propia)

4.7.3. Dimensionamiento y Diseño de Tanques

El tanque de almacenamiento de GLP en fase líquido, será cilíndrico horizontal y de cabezas elipsoidales. Se debe dimensionar de tal manera que su capacidad nominal sea de acuerdo a lo indicado en la Tabla 4.14.

4.7.3.1. Tanque de Almacenamiento

a) Volumen del Tanque de almacenamiento de GLP

La capacidad de almacenamiento del recipiente cilíndrico está dado por la siguiente ecuación:

$$V_{tk} = V_{cil} + V_{cab} \tag{4.30}$$

Sin embargo resulta más sencillo de calcular separando geometrías conocidas:

$$V_{cil} = \pi * \frac{{D_{i.r.}}^2}{4} * L \tag{4.31}$$

$$V_{cab} = \left(\frac{4}{3}\pi * {D_{i.r.}}^2 * h\right) * \frac{1}{8} \tag{4.32}$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Donde:

V_T: Volumen total del recipiente [m^3]

V_{cil}: Volumen de la parte cilíndrica del recipiente [m^3]

V_{cab}: Volumen de los cabezales del recipiente [m^3]

$D_{i.r.}$: Diámetro interior del recipiente [m]

L: Longitud de la parte cilíndrica del recipiente [m]

h: Altura del elipsoide del cabezal del recipiente [m]

Por otro lado, la longitud total interior del tanque de almacenamiento se determina con la siguiente expresión:

$$L_{tk} = L + 2 * h \tag{4.33}$$

Donde:

L_{tk}: Longitud interior total del recipiente [m]

El dimensionamiento del tanque cilíndrico horizontal se logra aplicando las Ecuaciones (4.30), (4.31), (4.32) y (4.33) respectivamente.

En la Tabla 4.15 se indican las dimensiones estimadas para cada tanque de almacenamiento de GLP en fase líquido.

Tabla 4.15

Dimensiones del Tanque de Almacenamiento de GLP en Fase Líquido

Dimensiones del Tanque de Almacenamiento de GLP en Fase Líquido			
Parámetro	**Variable**	**Cantidad**	**Unidades**
Diámetro interior del tanque	$D_{i.r.}$	1.00 40.50	[m] [in]
Longitud cilíndrica	L	4.40 173.23	[m] [in]
Altura interior del cabezal (Tapas elipsoidales)	h_{cab}	0.15 5.91	[m] [in]
Longitud interior total	L_{tk}	4.70 185.04	[m] [in]
Volumen total del tanque	V_{tk}	3.82 1010.39	[m^3] [gal]

Fuente: (Elaboración propia)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Con los datos de la tabla anterior, se logra establecer una capacidad nominal de almacenamiento de 1000 galones de GLP; por lo tanto ahora se debe corroborar la resistencia del recipiente a partir del material base que se ha seleccionado.

En la Tabla 4.16 se especifican las propiedades de mecánicas del material base para la fabricación de los tanques de almacenamiento, el acero SA 455 se utiliza frecuentemente para la fabricación de dichos recipientes, lo cual se evidencia en las placas de datos de los tanques de GLP en las instalaciones existentes de combustible GLP.

Tabla 4.16

Propiedades Mecánicas del Acero SA 455

Propiedades Mecánicas del Acero SA 455			
Parámetro	**Variable**	**Cantidad**	**Unidades**
Esfuerzo a la fluencia	F_y	38	[ksi]
Esfuerzo a la rotura	F_u	75	[ksi]
Esfuerzo de diseño	S	21.4	[ksi]
Temperatura mínima	T_{min}	-20	[°F]
Temperatura máxima	T_{max}	150	[°F]

Fuente: (Elaboración propia)

b) Diseño de Espesores del Tanque de Almacenamiento de GLP

i. Cálculo de Espesor de la Plancha del Cuerpo Cilíndrico

Diseño de acuerdo al Esfuerzo Longitudinal, según la ecuación:

$$t_L = \frac{p_d * R_i}{S * E_j * -0.6 * p} \quad (4.34)$$

Diseño de acuerdo al Esfuerzo Circunferencial, según la ecuación:

$$t_C = \frac{p_d * R_i}{2 * S * E_j - 0.4 * p} \quad (4.35)$$

Se selecciona siempre el mayor de ambos.

$$t = \max(t_L, t_C) \quad (4.36)$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Donde:

t: Espesor máximo de plancha [in]

t_L: Espesor de plancha según esfuerzo longitudinal [in]

t_C: Espesor de plancha según esfuerzo circunferencial [in]

p_d: Presión de diseño [psi]

R_i: Radio interior del recipiente [in]

S: Esfuerzo máximo de diseño [psi]

E_j: Factor de eficiencia de junta [-]

ii. Calculo de Espesor de la Plancha del Cabezal Elipsoidal

Diseño de acuerdo al Esfuerzo Circunferencial, según la ecuación:

$$t = \frac{p_d * R_i}{2 * S * E_j - 0.2 * p} \quad (4.37)$$

Donde:

t: Espesor máximo de plancha [in]

p_d: Presión de diseño [psi]

R_i: Radio interior del recipiente [in]

S: Esfuerzo máximo de diseño [psi]

E_j: Factor de eficiencia de junta [-]

El diseño de espesores de plancha para el tanque de almacenamiento de GLP se realiza bajo el código ASME Sección VIII División 1, inciso UG-27, aplicando las Ecuaciones (4.34), (4.35), (4.36) y (4.37).

Los datos de esfuerzo, de acuerdo al material especificado, se extraen del código ASME Sección II Parte D, Sub-parte 1, Tabla 1A.

En la Tabla 4.17 se logra establecer el requerimiento mínimo de los espesores de pared para los tanques de almacenamiento de GLP en fase líquido.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Tabla 4.17

Diseño de Espesores de Plancha para Tanques de Almacenamiento de GLP

Diseño de Espesores de Plancha para Tanques de Almacenamiento de GLP			
Parámetro	**Variable**	**Cantidad**	**Unidades**
Presión de diseño	p_d	250	[psi]
Factor de eficiencia de junta	E_j	0.80	[-]
Cuerpo del tanque			
Espesor debido al esfuerzo longitudinal	t_L	0.298 7.6	[in] [mm]
Espesor debido al esfuerzo circunferencial	t_C	0.147 3.7	[in] [mm]
Cabezal del tanque			
Espesor debido al esfuerzo circunferencial	t	0.148 3.8	[in] [mm]

Fuente: (Elaboración propia)

En la Tabla 4.18 se muestra la selección de espesores comerciales de plancha para la fabricación de los tanques de almacenamiento de GLP en fase líquido. Los cabezales o tapas laterales del tanque son conformados por el proceso de embutido, por ello han sido considerados con un espesor ligeramente mayor al espesor del cuerpo.

Tabla 4.18

Selección de Espesores de Planchas Comerciales

Dimensiones del Tanque de Almacenamiento de GLP en Fase Líquido			
Parámetro	**Variable**	**Cantidad**	**Unidades**
Espesor de la plancha del cuerpo	t_{cuerpo}	0.3125 8	[in] [mm]
Espesor de la plancha de las cabezas	$t_{cabezal}$	0.375 9	[in] [mm]

Fuente: (Elaboración propia)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

4.7.4. Vaporización y Selección de Vaporizadores

Se debe evaluar si el sistema de tanques de almacenamiento de GLP en fase líquido, puede producir la vaporización natural del GLP en fase gas y en la proporción requerida de flujo volumétrico en la red de tuberías hacia las calderas.

4.7.4.1. Vaporización Natural de GLP

a) Determinación de Vaporización Natural en Tanques de GLP

Se produce la vaporización natural del GLP cuando se produce la transferencia de calor entre el entorno y el recipiente de almacenamiento de combustible, en donde es el entorno quien aporta calor al recipiente.

$$\dot{m}_{glp} = pscr * A_T * K * \frac{(T_e - T_g)}{CLV} \quad (4.38)$$

Donde:

$\dot{m}_{glp}$: Flujo másico de GLP vaporizado naturalmente por un recipiente de almacenamiento [kg/h]

pscr: Porcentaje de superficie del recipiente en contacto con GLP líquido

20% de llenado, p = 0.336 [-]

30% de llenado, p = 0.397 [-]

A_T: Area total de superficie del recipiente [m^2]

K: Coeficiente de transmisión de calor a través de las paredes del depósito

Depósito Aéreo, K = 0.0116 [kW/m^2-°C]

Depósito Enterrado, K = 0.0086 [kW/m^2-°C]

T_e: Temperatura ambiente exterior mínima en el que se encuentra el depósito [°C]

T_g: Temperatura de equilibrio entre el Líquido-Gas en el interior del depósito [°C]

CLV: Calor latente de vaporización del GLP

CLV = 0.1144 [kW-h/kg]

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

El área superficial del recipiente cilíndrico está dada por la siguiente ecuación:

$$A_T = A_{cil} + A_{cab} \tag{4.39}$$

Sin embargo resulta más sencillo de calcular separando geometrías conocidas:

$$A_{cil} = \pi * D_e * L \tag{4.40}$$

$$A_{cab} = 4\pi * \left(\frac{D_e}{2}\right)^2 \tag{4.41}$$

Donde:

A_T: Area total de superficie del recipiente [m^2]

A_{cil}: Area superficial de la parte cilíndrica del recipiente [m^2]

A_{cab}: Area superficial de los cabezales del recipiente [m^2]

D_e: Diámetro exterior del recipiente [m]

L: Longitud de la parte cilíndrica del recipiente [m]

La capacidad máxima de vaporización natural de GLP viene dado por la siguiente ecuación:

$$\dot{V}_{glp_{VN}} = \frac{\dot{m}_{glp}}{\rho_{glp}} * N_{tk} \tag{4.42}$$

Donde:

$\dot{V}_{glp_{VN}}$: Flujo volumétrico de GLP en fase gas, vaporizado naturalmente [m^3/h]

$\dot{m}_{glp}$: Flujo másico de GLP vaporizado naturalmente por un recipiente de almacenamiento [kg/h]

ρ_{glp}: Densidad del GLP en fase gas [kg/m^3]

N_{tk}: Cantidad de tanques para almacenamiento de GLP [-]

El flujo másico y volumétrico de GLP en fase gas se determinan aplicando las Ecuaciones (4.38), (4.39), (4.40), (4.41) y (4.42).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

En la Tabla 4.19 se muestra el flujo másico y volumétrico de GLP en fase gas producto de la vaporización natural de GLP debido a la transferencia de calor del ambiente hacia el interior del recipiente que almacena el GLP en fase líquido.

Tabla 4.19

Flujo Volumétrico de GLP Producto de la Vaporización Natural

Flujo Volumétrico de GLP Producto de la Vaporización Natural			
Parámetro	**Variable**	**Cantidad**	**Unidades**
Porcentaje de superficie del recipiente en contacto con el GLP líquido al 20%	pscr	0.336	[-]
Área total de superficie del recipiente	A_T	17.55	[m^2]
Coeficiente de transmisión de calor a través de las paredes del depósito - Aéreo	K	0.0116	[kW/m^2°C]
Temperatura ambiente exterior mínima	T_e	15	[°C]
Temperatura de equilibrio del GLP entre líquido-gas	T_g	-40	[°C]
Calor latente de vaporización del GLP	CLV	0.1144	[kWh/kg]
Flujo másico de GLP vaporizado naturalmente	$\dot{m}_{glp}$	32.87	[kg/h]
Flujo volumétrico de GLP vaporizado naturalmente producido por 1 tanque	$\dot{V}_{glp_{VN}}$	17.67	[m^3/h]
Flujo volumétrico de GLP vaporizado naturalmente producido por 5 tanques	$\dot{V}_{glp_{VN}}$	88.35	[m^3/h]

Fuente: (Elaboración propia)

Realizando la comparación del flujo volumétrico debido a la vaporización natural mostrado en la tabla anterior, con respecto al flujo volumétrico máximo requerido en la Tabla 4.28, establecemos que si se cumple con lo planteado en la Ecuación (4.42), sin embargo el factor de servicio por vaporización natural de los tanques es muy bajo y tiene un valor de 88.35/71.08=1.25; por lo tanto es necesario utilizar vaporizadores, dado que se ha tomado una temperatura ambiente de 15°C que representa un ambiente en condiciones regulares, pero en la práctica durante la temporada de invierno y cuando hay presencia de lluvia y viento, las temperaturas pueden reducir drásticamente, así como la capacidad de vaporización natural.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

4.7.4.2. Vaporización Forzada del GLP

b) Determinación de Utilización de Vaporizadores de GLP:

Si la capacidad máxima de vaporización natural de GLP calculada con la Ecuación (4.42), es cercana o menor que el flujo volumétrico de GLP calculado con la Ecuación (4.50), entonces se necesitarán vaporizadores de GLP.

$$\dot{V}_{glp} > \dot{V}_{glp_{VN}} \tag{4.43}$$

Donde:

$\dot{V}_{glp}$: Flujo volumétrico de GLP requerido en fase gas a condiciones estándar [m^3/h]

c) Capacidad de Vaporizadores de GLP:

La capacidad del equipo o equipos vaporizadores debe superar el requerimiento de GLP del sistema, por lo tanto se debe cumplir con la siguiente ecuación.

$$CAP_{e.v.} \geq CAP_{r.s.} \tag{4.44}$$

Donde:

$CAP_{e.v.}$: Capacidad total del equipo vaporizador o grupo de equipos vaporizadores [MMBTU/h]

$CAP_{r.s.}$: Capacidad total de vaporización requerida por el sistema [MMBTU/h]

- **Requerimiento del Sistema**

La capacidad de vaporización de GLP requerida se calcula con la siguiente ecuación:

$$CAP_{r.s.} = \left(P_{f.c.} + P_{q.v.} * N_{e.v.}\right) * FS \tag{4.45}$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Donde:

$CAP_{r.s.}$: Capacidad de vaporización total requerida por el sistema [MMBTU/h]

$P_{f.c.}$: Capacidad o Energía requerida para el funcionamiento de las calderas [MMBTU/h]

$P_{q.v.}$: Capacidad del quemador del propio vaporizador [MMBTU/h]

$N_{e.v.}$: Cantidad de equipos vaporizadores [-]

FS: Factor de servicio, adoptado con valor de 1.25 [-]

- **Capacidad del Equipo Vaporizador**

Por otro lado, la capacidad del equipo o equipos vaporizadores de GLP se determina con la siguiente ecuación:

$$CAP_{e.v.} = CAP_{v} * CE * N_{e.v.} \quad (4.46)$$

Donde:

$CAP_{e.v.}$: Capacidad total del equipo vaporizador o grupo de equipos vaporizadores [MMBTU/h]

$CAP_{v.}$: Capacidad de un equipo vaporizador [MMBTU/h]

CE: Ratio de entrega de un equipo vaporizador

Asumido en 70%, CE = 0.70 [-]

$N_{e.v.}$: Cantidad de equipos vaporizadores [-]

4.7.4.3. Determinación de Capacidad de Equipos Vaporizadores

El requerimiento de flujo volumétrico generado por la vaporización natural es insuficiente para la caldera de mayor capacidad; y por lo tanto se deben usar equipos vaporizadores.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Para la selección de los equipos vaporizadores de GLP, debemos cuantificar la capacidad de vaporización requerida por las calderas y el propio equipo vaporizador.

En la Tabla 4.20 se muestran las características del vaporizador de GLP de tipo fuego directo de acuerdo a la ficha técnica del producto.

Tabla 4.20

Características del Vaporizador ALGAS SDI DF Series Modelo 80/40

Características del Vaporizador ALGAS SDI DF Series Modelo 80/40			
Parámetro	**Variable**	**Cantidad**	**Unidades**
Capacidad de un equipo vaporizador	CAP_v	7.2	[MMBTU/h]
Capacidad del quemador del propio vaporizador	$P_{q.v.}$	0.1027	[MMBTU/h]

Fuente: (Algas SDI, 2012)

La capacidad de vaporización de GLP requerido para todo el sistema se determina con la Ecuación (4.45). En la expresión se incluye el consumo propio del equipo vaporizador y la cantidad de equipos necesarios.

En la Tabla 4.21 se muestra la capacidad de vaporización requerida por el sistema de combustible GLP.

Tabla 4.21

Capacidad de Vaporización Requerida por el Sistema de Combustible GLP

Capacidad de Vaporización Requerida por el Sistema de Combustible GLP			
Parámetro	**Variable**	**Cantidad**	**Unidades**
Capacidad o Energía requerida por la caldera de mayor potencia – 150 BHP	$P_{f.c.}$	7.75	[MMBTU/h]
Factor de servicio	FS	1.25	[-]
Cantidad de equipos vaporizadores	$N_{e.v.}$	3	[-]
Capacidad total de vaporización requerida por el sistema	$CAP_{r.s.}$	10.07	[MMBTU/h]

Fuente: (Elaboración propia)

En la Tabla 4.22 se muestra la capacidad total del grupo de equipos vaporizadores de GLP. Para la determinación de dichos parámetros se aplica la Ecuación (4.46).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 4.22

Capacidad de Vaporización del Grupo de Equipos Vaporizadores

Capacidad de Vaporización del Grupo de Equipos Vaporizadores			
Parámetro	**Variable**	**Cantidad**	**Unidades**
Capacidad de entrega de un equipo vaporizador	CE	0.7	[-]
Cantidad de equipos vaporizadores	$N_{e.v.}$	3	[-]
Capacidad total del grupo de equipos vaporizadores	$CAP_{e.v.}$	15.12	[MMBTU/h]

Fuente: (Elaboración propia)

Se realiza la comparación de los resultados y se corrobora el cumplimiento de la Ecuación (4.44).

Por lo tanto es adecuada la selección de 3 equipos vaporizadores de las características mencionadas en la Tabla 4.20. En el **Anexo 6** se muestra la Ficha Técnica del equipo.

Por diseño, los vaporizadores de fuego directo de la Serie DF aplican el calor directamente a un tanque a presión que contiene el Gas LP en estado líquido. El proceso de calentamiento induce la vaporización, al tiempo que consume pequeñas cantidades del vapor generado. Los vaporizadores de la serie DF aseguran un continuo suministro de vapor para su aplicación. (Algas SDI, 2012)

4.7.5. Selección de Decantador

A partir de la Tabla 4.28 se conoce el flujo volumétrico de GLP en fase gas de cada caldera, sin embargo para la selección del decantador necesitamos conocer el flujo volumétrico de GLP en fase líquido, por lo tanto aplicamos la Ecuación (4.28).

En la Tabla 4.23 se muestra el flujo volumétrico en fase líquido del equipo con mayor capacidad.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 4.23

Máximo Flujo Volumétrico de GLP en Fase Líquido

Máximo Flujo Volumétrico de GLP en Fase Líquido			
Parámetro	**Variable**	**Cantidad**	**Unidades**
Flujo volumétrico máximo del sistema de GLP	$\dot{V}_{glp_{LS}}$	62.37	[gal/h]

Fuente: (Elaboración propia)

4.7.5.1. Decantador

La capacidad del equipo decantador debe ser superior a la capacidad del sistema; es decir que el flujo volumétrico de diseño del decantador debe ser mayor al flujo volumétrico máximo del sistema de combustible de GLP que necesitan los equipos.

$$\dot{V}_{glp_{LD}} > \dot{V}_{glp_{LS}} \tag{4.47}$$

Donde:

$\dot{V}_{glp_{LD}}$ Flujo volumétrico de diseño del decantador, GLP en fase líquido [gal/h]

$\dot{V}_{glp_{LS}}$ Flujo volumétrico máximo del sistema, GLP en fase líquido [gal/h]

En la Tabla 4.24 se pueden observar las características del decantador que mejor se ajusta a la configuración planteada cumpliendo ampliamente con la Ecuación (4.47).

Tabla 4.24

Características del Decantador ALGAS SDI Filtraire Modelo F4

Características del Decantador ALGAS SDI Filtraire Modelo F4			
Parámetro	**Variable**	**Cantidad**	**Unidades**
Flujo volumétrico de diseño del decantador	$\dot{V}_{glp_{LD}}$	102	[gal/h]
Presión de diseño	p	250	[psi]
Temperatura de diseño	T	650	[°F]

Fuente: (Algas SDI, n.d.)

La Ficha Técnica del equipo decantador se muestra con mayor detalle en el **Anexo 7**.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

4.7.6. Selección de Mezclador

Luego de determinar la composición de la mezcla GLP-Aire o aire Propanado en el inciso 4.6.4 cuyo Índice de Wobbe de la mezcla iguala el Índice de Wobbe del Gas Natural cuando se pretende realizar la intercambiabilidad de gases combustibles debido a diversas causas, como desabastecimiento de GNS, mantenimiento del sistema de GNS, etc.; se debe realizar la selección adecuada del equipo que cumpla con los requerimientos necesarios para realizar la mezcla homogénea de GLP-Aire.

De la Tabla 4.21 se conoce la capacidad o potencia máxima requerida para el funcionamiento del sistema de GLP; por lo tanto aplicando la Ecuación (4.48) se busca comparar la potencia máxima del equipo mezclador, siendo que éste debe superar la potencia requerida.

4.7.6.1. Mezclador

La capacidad del equipo mezclador debe ser superior a la capacidad requerida por el sistema; es decir que la potencia del mezclador debe ser mayor a la potencia requerida del sistema de combustible de GLP. Se debe cumplir que:

$$\mathrm{CAP_M} > \mathrm{CAP_{r.s.}} \tag{4.48}$$

Donde:

$\mathrm{CAP_M}$: Capacidad o potencia máxima del equipo mezclador [MMBTU/h]

$\mathrm{CAP_{r.s.}}$: Capacidad de vaporización total requerida por el sistema [MMBTU/h]

En la Tabla 4.25 se observan las características del mezclador que mejor se ajusta al requerimiento de potencia del sistema.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Tabla 4.25

Características del Decantador ALGAS SDI Vaporaire Modelo V14-15

Características del Decantador ALGAS SDI Vaporaire Modelo V14-15			
Parámetro	**Variable**	**Cantidad**	**Unidades**
Capacidad máxima del equipo mezclador	CAP_M	14	[MMBTU/h]
Presión de diseño	p	250	[psi]
Temperatura de diseño	T	650	[°F]

Fuente: (Algas SDI, 2001)

En el **Anexo 8** se muestra con mayor detalle la Ficha Técnica del equipo Mezclador que se ha seleccionado.

4.7.7. Trazado de la Red de Tuberías para GLP

El trazado del sistema de tuberías para el combustible GLP desde los tanques de almacenamiento hasta los puntos de alimentación de las calderas, y la ubicación de los equipos necesarios, se realizará teniendo en cuenta el área destinada para el sistema de combustible GLP que se ubicará al costado de la Casa de Fuerza del HRHD.

Es necesario reconocer las condiciones que se tienen en el trazado de la red de tuberías, así como los tanques, reguladores, accesorios y otros equipos; por lo que a continuación se describen las consideraciones que se toman para trazar puntos importantes en las líneas de tubería.

En la Tabla 4.26 se muestra la leyenda bajo la cual se elaboran los planos del proyecto. Siendo los puntos descritos, aquellos en donde se toman las presiones máximas para el diseño, presión de suministro, presión de alimentación y caídas de presión entre los puntos de diseño; para el sistema de combustible GLP.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 4.26

Leyenda de Identificadores de Puntos en el Diseño de Líneas de Tubería de GLP

Leyenda de Identificadores de Puntos en el Diseño de Líneas de Tubería de GLP		
Parámetro	**Identificador**	**Descripción**
Punto de suministro o almacenamiento	S	Por ejemplo: El punto "S1" corresponde al punto donde se encuentra el tanque de almacenamiento 1. Es el inicio del tramo de la tubería.
Punto de ramificación o derivación	D	Por ejemplo: El punto "D1" corresponde a una derivación entre línea principal y ramal, Accesorio Tee.
Punto de consumo del equipo	C	Por ejemplo: El punto "C1" corresponde al punto de consumo de la caldera. Es el final del tramo.
Punto de regulación de presión	R	Por ejemplo: El punto "R1" corresponde al punto en donde está instalado un regulador de presión.
Punto donde hay instalados otros equipos	E	Por ejemplo: El punto "E1" corresponde al punto en donde está instalado otro equipo (vaporizador, decantador, mezclador).

Fuente: (Elaboración propia)

Todos los Reguladores de presión deben ser diseñados y seleccionados para el servicio de GLP, en el **Anexo 9** se muestra la Ficha Técnica para los reguladores que deben ser usados para las diferentes etapas.

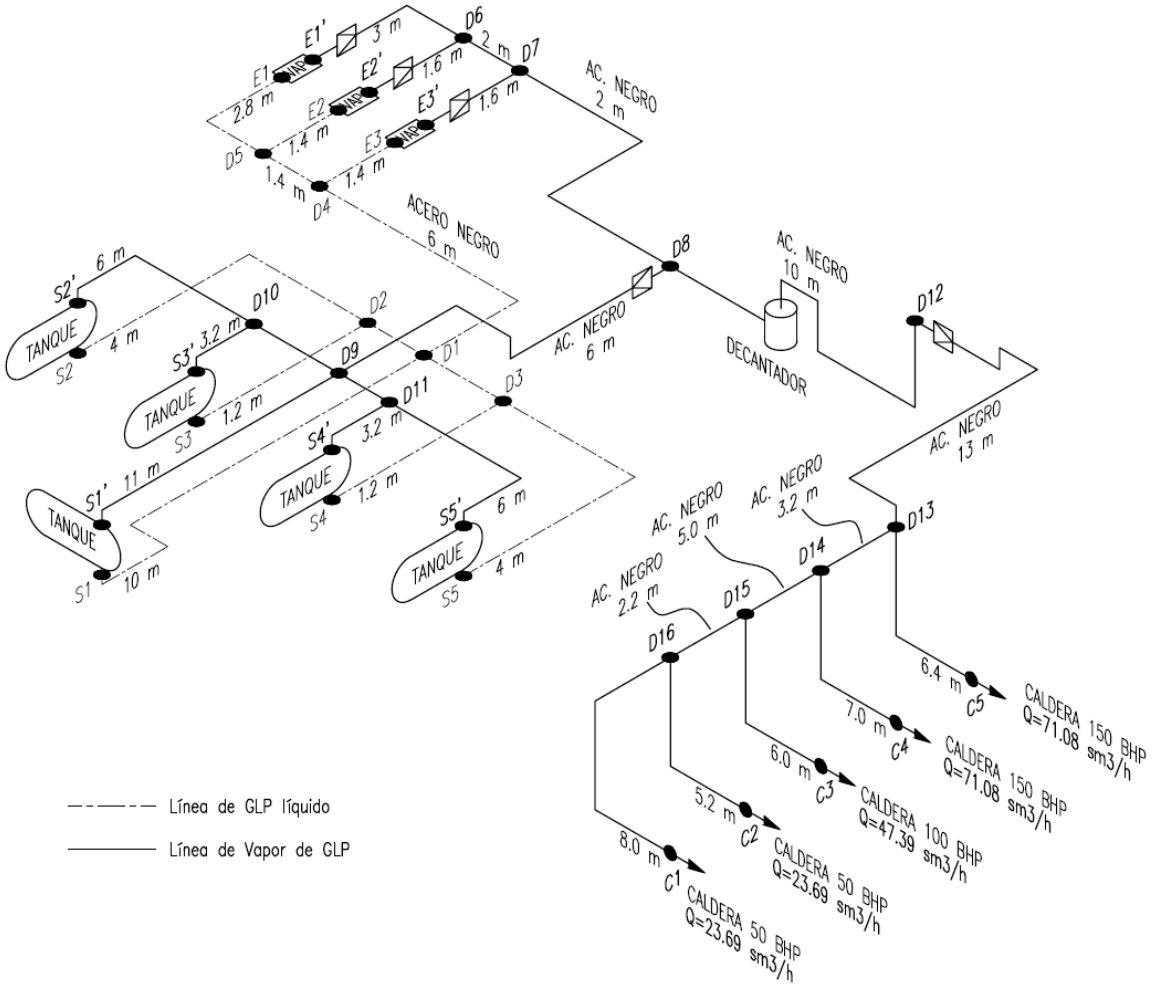
A continuación se muestra la Figura 4.2 en donde se observa el trazado de las líneas de tuberías sobre la vista de planta.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 4.2

Trazado de Red de Tuberías para GLP



Fuente: Elaboración propia (2021)

En la Tabla 4.27 se identifican mediante códigos, los tramos de tubería para el diseño del sistema de redes de tuberías para GLP y sus respectivas longitudes.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Tabla 4.27

Tramos de Tubería para el Sistema de Combustible GLP

Tramos de Tubería para el Sistema de Combustible GLP					
Tramo	**Código Identificador**	**Variable**	**Cant.**	**Und.**	**Observación**
Tanque 1 – Derivación 1	$S1-D1$	L	10	[m]	GLP fase líquido (alimentación a los vaporizadores)
Tanque 2 – Derivación 2	$S2-D2$	L	4	[m]	
Tanque 3 – Derivación 2	$S3-D2$	L	1.2	[m]	
Derivación 2 – Derivación 1	$D2-D1$	L	1.5	[m]	
Tanque 4 – Derivación 3	$S4-D3$	L	1.2	[m]	
Tanque 5 – Derivación 3	$S5-D3$	L	4	[m]	
Derivación 3 – Derivación 1	$D3-D1$	L	1.5	[m]	
Derivación 1 – Derivación 4	$D1-D4$	L	6	[m]	
Derivación 4 – Vaporizador 3	$D4-E3$	L	1.4	[m]	
Derivación 4 – Derivación 5	$D4-D5$	L	1.4	[m]	
Derivación 5 – Vaporizador 2	$D5-E2$	L	1.4	[m]	
Derivación 5 – Vaporizador 1	$D5-E1$	L	2.8	[m]	
Derivación 8 – Derivación 9	$D8-D9$	L	6	[m]	GLP fase vapor (retorno a tanques de GLP)
Derivación 9 – Tanque 1	$D9-S1'$	L	11	[m]	
Derivación 9 – Derivación 10	$D9-D10$	L	1.5	[m]	
Derivación 10 – Tanque 2	$D10-S2'$	L	6	[m]	
Derivación 10 – Tanque 3	$D10-S3'$	L	3.2	[m]	
Derivación 9 – Derivación 11	$D9-D11$	L	1.2	[m]	
Derivación 11 – Tanque 4	$D11-S4'$	L	3.2	[m]	
Derivación 11 – Tanque 5	$D11-S5'$	L	6	[m]	
Vaporizador 1 – Derivación 6	$E1'-D6$	L	3	[m]	GLP fase vapor (producido por Vaporizador de fuego directo) hacia Calderas
Vaporizador 2 – Derivación 6	$E2'-D6$	L	1.6	[m]	
Derivación 6 – Derivación 7	$D6-D7$	L	1.4	[m]	
Vaporizador 3 – Derivación 7	$E3'-D7$	L	1.6	[m]	
Derivación 7 – Derivación 8	$D7-D8$	L	2	[m]	
Derivación 8 – Derivación 12	$D8-D12$	L	10	[m]	
Derivación 12 – Derivación 13	$D12-D13$	L	13	[m]	
Derivación 13 – Caldera 5	$D13-C5$	L	6.4	[m]	
Derivación 13 – Derivación 14	$D13-D14$	L	3.2	[m]	
Derivación 14 – Caldera 4	$D14-C4$	L	7	[m]	
Derivación 14 – Derivación 15	$D14-D15$	L	5	[m]	
Derivación 15 – Caldera 3	$D15-C3$	L	6	[m]	
Derivación 15 – Derivación 16	$D15-D16$	L	2.2	[m]	
Derivación 16 – Caldera 2	$D16-C2$	L	5.2	[m]	
Derivación 16 – Caldera 1	$D16-C1$	L	8	[m]	

Fuente: (Elaboración propia)

4.7.8. Flujo Volumétrico de GLP en la Red de Tuberías

Se debe determinar el flujo volumétrico máximo de GLP que atraviesa la tubería "principal" para GLP, a partir de las cuales hay derivaciones que se denominan líneas "ramales" o "secundarias". Por ello, es necesario determinar primero el flujo

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

volumétrico de GLP para el funcionamiento de cada caldera, esto se consigue aplicando la Ecuación (4.50).

4.7.8.1. De Acuerdo a la Potencia Disponible de Calderas

Con la relación mostrada en la Ecuación (4.49) se define la potencia nominal de un equipo térmico.

$$P_N = PCS * \dot{V} \tag{4.49}$$

Donde:

P_N: Potencia nominal de la caldera

PCS: Poder calorífico superior del combustible en fase gas

$\dot{V}$: Flujo volumétrico de combustible en fase gas

En este caso, también debemos aplicar un Factor de Servicio para abastecer la demanda de un eventual pico máximo de requerimiento de combustible.

Despejando la Ecuación (4.49) y añadiendo factores de conversión se tiene la expresión que se muestra en la Ecuación (4.50).

$$\dot{V} = \frac{8440.28 * P_N}{PCS} * FS \tag{4.50}$$

Donde:

P_N: Potencia nominal de la caldera [BHP]

PCS: Poder calorífico superior del combustible en fase gas [$kcal/m^3$]

$\dot{V}$: Flujo volumétrico de combustible en fase gas [m^3/h]

FS: Factor de servicio, adoptado con valor de 1.25 [-]

En la Tabla 4.28 se muestra la potencia de cada caldera y el flujo volumétrico de GLP en fase gas que le corresponde a cada equipo.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 4.28

Flujo Volumétrico de GLP en Fase Gas por Cada Caldera

Flujo Volumétrico de GLP en Fase Gas por Cada Caldera				
Equipo	**Potencia**	**Unidades**	**Flujo Volumétrico de Combustible**	**Unidades**
Caldera C-1	50	[BHP]	23.69	[m^3/h]
Caldera C-2	50	[BHP]	23.69	[m^3/h]
Caldera C-3	100	[BHP]	47.39	[m^3/h]
Caldera C-4	150	[BHP]	71.08	[m^3/h]
Caldera C-5	150	[BHP]	71.08	[m^3/h]

Fuente: (Elaboración propia)

El sistema de combustible GLP se implementará únicamente para los equipos de Casa de Fuerza del HRHD, por lo cual se establece que el máximo flujo volumétrico en la línea "principal" será del equipo con mayor consumo de combustible. El funcionamiento de equipos en simultáneo no supera los 150 BHP.

Con respecto a las líneas "ramales" o "secundarias", les corresponde el flujo volumétrico de combustible GLP que cada equipo necesita de acuerdo a la potencia indicada.

4.7.9. Diseño de Tuberías para GLP

4.7.9.1. Caída de Presión Máxima

$$\Delta p_t \leq 10\% * p_s * \frac{L_r}{L_t} \tag{4.51}$$

$$\Delta p_t = p_s - p_{pma} \tag{4.52}$$

Donde:

Δp_t: Caída de presión en el tramo de tubería [kg-f/cm^2]

p_s: Presión de suministro de gas combustible [kg-f/cm^2]

p_{pma}: Presión en el punto de servicio más alejado [kg-f/cm^2]

L_r: Longitud real del tramo de tubería [m]

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

L_t: Longitud total de tubería desde el medidor hasta el punto de servicio más alejado [m]

4.7.9.2. Longitud de Cálculo para Tuberías

$$L = L_r + L_e \tag{4.53}$$

Donde:

L: Longitud de cálculo para el tramo de tubería [m]

L_r: Longitud real del tramo de tubería [m]

L_e: Longitud equivalente debido a pérdidas [m]

Las pérdidas de presión suceden por lo general en los accesorios y equipos instalados en las líneas de tubería.

Si es conocida la pérdida de presión real en un equipo, debe ser considerado y prevalecer ante cualquier otra estimación.

4.7.9.3. Fórmula de Renouard Lineal

La empleamos para instalaciones comerciales internas, en los tramos de tubería a baja presión:

$$p_i \leq 50 \text{ mbar} \tag{4.54}$$

La fórmula de Renouard lineal se define como:

$$p_i - p_f = \frac{22759 * d_r * L * \dot{V}^{1.82}}{D^{4.82}} \tag{4.55}$$

Donde:

p_i: Presión relativa al inicio del tramo [mbar]

p_f: Presión relativa al final del tramo [mbar]

d_r: Densidad relativa del gas combustible [-]

L: Longitud de cálculo para el tramo de tubería [m]

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

$\dot{V}$: Flujo volumétrico de gas en condiciones estándar [m^3/h]

D: Diámetro interior de la tubería [mm]

4.7.9.4. Fórmula de Renouard Cuadrática

Usada para instalaciones comerciales internas, en los tramos de tubería en alta presión:

$$p_i > 50 \text{ mbar} \tag{4.56}$$

La fórmula de Renouard cuadrática se define como:

$$p_i^2 - p_f^2 = \frac{48.6 * d_r * L * \dot{V}^{1.82}}{D^{4.82}} \tag{4.57}$$

Donde:

p_i: Presión absoluta al inicio del tramo [kg-f/cm^2]

p_f: Presión absoluta al final del tramo [kg-f/cm^2]

d_r: Densidad relativa del gas combustible [-]

L: Longitud de cálculo para el tramo de tubería [m]

$\dot{V}$: Flujo volumétrico de gas en condiciones estándar [m^3/h]

D: Diámetro interior de la tubería [mm]

4.7.9.5. Velocidad Máxima de Flujo

$$v = \frac{365.35 * \dot{V}}{D^2 * p_f} \tag{4.58}$$

Donde:

v: Velocidad de flujo de gas combustible [m/s]

$\dot{V}$: Flujo volumétrico de gas en condiciones estándar [m^3/h]

D: Diámetro interior de la tubería [mm]

p_f: Presión absoluta al final del tramo [kg-f/cm^2]

4.7.9.6. Planilla de Cálculo de Diámetros de Tuberías

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Aplicando las ecuaciones de Renouard Cuadrática se obtienen los diámetros de tubería para el servicio de Gas Licuado de Petróleo. El detalle de cálculo de las líneas de tubería para GLP se encuentra en el **Anexo 10**.

En la Tabla 4.29 se detallan los diámetros de tubería y el material por cada tramo de tubería para el sistema de GLP.

Tabla 4.29

Planilla de Cálculo de Diámetros de Tubería por Tramos para el Sistema de GLP

ITEM	TRAMO	L Real m	L calc. m	Q m3/h	D.Nom. mm	D.Int. mm	V m/s	pf mbar
1	E1'-D6	3.00	3.60	71.08	1 1/4" A-53 Gr.B SCH80	32.50	13.65	991.27
2	E2'-D6	1.60	1.92	71.08	1 1/4" A-53 Gr.B SCH80	32.50	13.62	995.35
3	D6-D7	1.40	1.68	71.08	1 1/4" A-53 Gr.B SCH80	32.50	13.68	987.18
4	E3'-D7	1.60	1.92	71.08	1 1/4" A-53 Gr.B SCH80	32.50	13.62	995.35
5	D7-D8	2.00	2.40	71.08	1 1/4" A-53 Gr.B SCH80	32.50	13.73	981.32
6	D8-D12	10.00	12.00	71.08	1 1/4" A-53 Gr.B SCH80	32.50	13.96	951.74
7	D12-D13	13.00	15.60	71.08	2 1/2" A-53 Gr.B STD	62.70	5.09	497.79
8	D13-C5	6.40	7.68	71.08	2 1/2" A-53 Gr.B STD	62.70	5.09	496.69
9	D13-D14	3.20	3.84	71.08	2 1/2" A-53 Gr.B STD	62.70	5.09	497.24
10	D14-C4	7.00	8.40	71.08	2 1/2" A-53 Gr.B STD	62.70	5.10	496.05
11	D14-D15	5.00	6.00	71.08	2 1/2" A-53 Gr.B STD	62.70	5.09	496.39
12	D15-C3	6.00	7.20	47.39	2" A-53 Gr.B SCH80	49.24	5.51	494.82
13	D15-D16	2.20	2.64	47.39	2" A-53 Gr.B SCH80	49.24	5.51	495.81
14	D16-C2	5.20	6.24	23.69	1 1/2" A-53 Gr.B SCH80	38.14	4.60	494.49
15	D16-C1	8.00	9.60	23.69	1 1/2" A-53 Gr.B SCH80	38.14	4.60	493.78

Fuente: (Elaboración propia)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

4.8. Diseño del Sistema de Combustible GNS

El GNS será el combustible principal del HRHD para la operación de las Calderas Pirotubulares de Casa de Fuerza, Laboratorios, Nutrición y conexiones futuras para Termas a partir del año 2026 en adelante con la llegada del Gasoducto Sur Peruano y las redes de distribución de GNS a la ciudad de Arequipa.

4.8.1. Trazado de la Red de Tuberías para GNS

El trazado del sistema de tuberías para GNS inicia en la ERPM, la cual estará ubicada en los límites de la propiedad del HRHD, en el interior de un recinto. De acuerdo a la NTP 111.011 (2014) es necesario que exista Accesibilidad Grado 2 a la ERPM y sea posible la inspección, mantenimiento y lectura del consumo de GNS por parte de la Empresa Distribuidora y/o empresa colaboradora de la distribuidora.

Se realiza el trazado teniendo en la consideración de que la Empresa Distribuidora de GNS instalará una tubería troncal en la Avenida Daniel Alcides Carrión, la cual limita con la frentera del HRHD.

En la Tabla 4.30 se muestra la leyenda bajo la cual se elaboran los planos del proyecto. Siendo los puntos descritos, aquellos en donde se toman las presiones máximas para el diseño, presión de suministro, presión de alimentación y caídas de presión entre los puntos de diseño para el sistema de combustible GNS.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 4.30

Leyenda de Identificadores de Puntos en el Diseño de Líneas de Tubería de GNS

Leyenda de Identificadores de Puntos en el Diseño de Líneas de Tubería de GNS		
Parámetro	**Identificador**	**Descripción**
Punto de suministro	S	Por ejemplo: El punto "S1" corresponde al punto donde se encuentra la ERPM. Es el inicio de la tubería.
Punto de ramificación o derivación	D	Por ejemplo: El punto "D1" corresponde a una derivación entre línea principal y ramal, Accesorio Tee.
Punto de transición de material	T	Por ejemplo: El punto "T1" corresponde a una transición, en donde existe cambio de material. Acero-Polietileno.
Punto de consumo del equipo	C	Por ejemplo: El punto "C1" corresponde al punto de consumo de la caldera. Es el final del tramo.
Punto de regulación de presión	R	Por ejemplo: El punto "R1" corresponde al punto en donde está instalado un regulador de presión.

Fuente: (Elaboración propia)

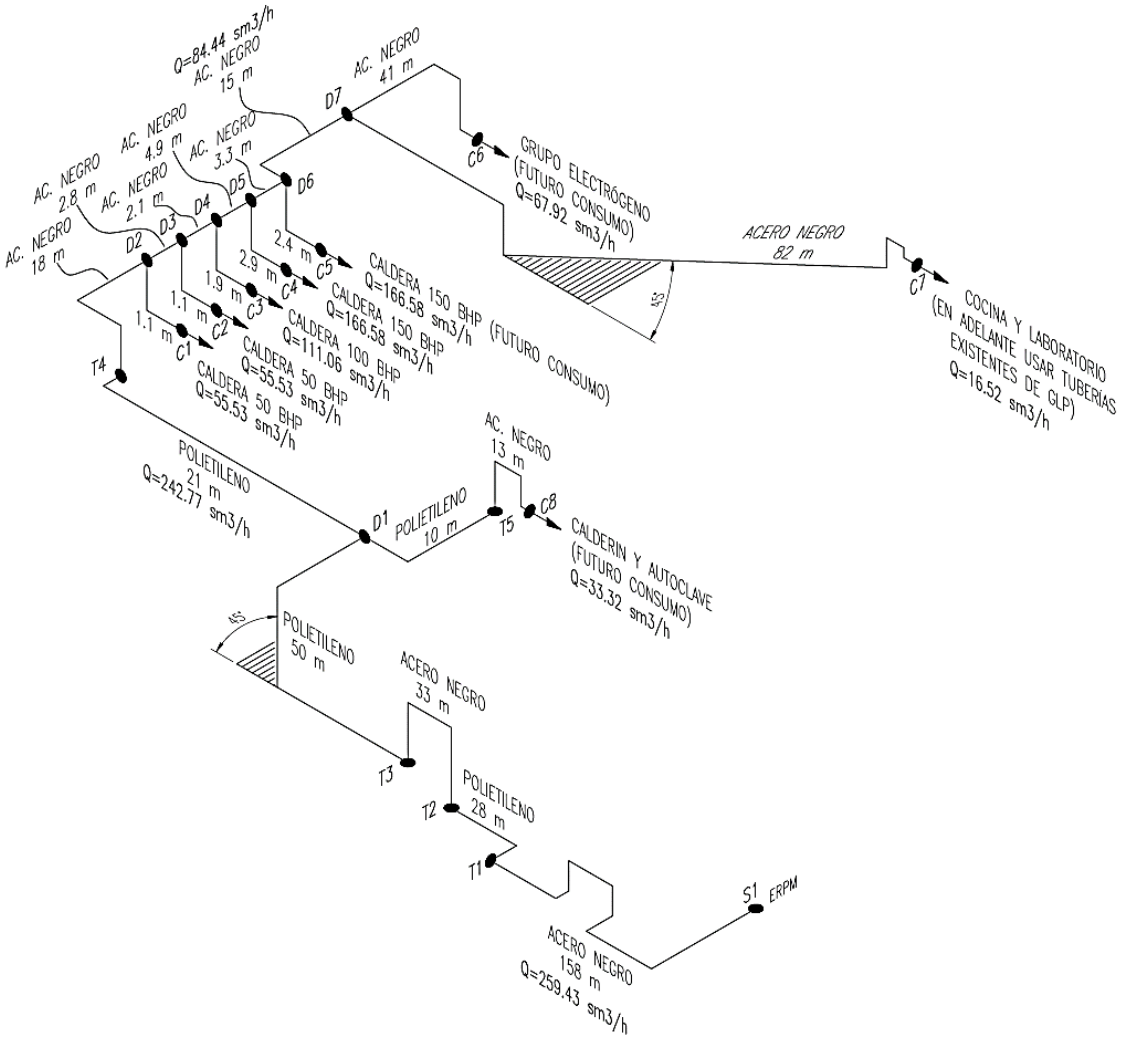
En la Figura 4.3 se muestra el trazado de las líneas de tuberías en la vista de planta del HRHD, desde la ERPM hasta las caderas de Casa de Fuerza y la derivación hacia nutrición, laboratorios y S.S.H.H.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Figura 4.3

Trazado de Líneas de Tubería de GNS en el Interior del HRHD



Fuente: Elaboración propia (2021)

En la Tabla 4.31 se identifican mediante códigos a los tramos de tubería para el diseño del sistema de redes de tuberías para GNS y sus respectivas longitudes.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 4.31

Tramos de Tubería para el Sistema de Combustible GNS

Tramos de Tubería para el Sistema de Combustible GNS					
Tramo	**Código Identificador**	**Variable**	**Cant.**	**Und.**	**Observación**
ERPM – Transición 1	S1 – T1	L	158	[m]	
Transición 1 – Transición 2	T1 – T2	L	28	[m]	Tub. Enterrada
Transición 2 – Transición 3	T2 – T3	L	33	[m]	
Transición 3 – Derivación 1	T3 – D1	L	50	[m]	Tub. Enterrada
Derivación 1 – Transición 4	D1 – T4	L	21	[m]	Tub. Enterrada
Transición 4 – Derivación 2	T4 – D2	L	18	[m]	
Derivación 2 – Caldera 1	D2 – C1	L	1.1	[m]	
Derivación 2 – Derivación 3	D2 – D3	L	2.8	[m]	
Derivación 3 – Caldera 2	D3 – C2	L	1.1	[m]	
Derivación 3 – Derivación 4	D3 – D4	L	2.1	[m]	
Derivación 4 – Caldera 3	D4 – C3	L	1.9	[m]	
Derivación 4 – Derivación 5	D4 – D5	L	4.9	[m]	
Derivación 5 – Caldera 4	D5 – C4	L	2.9	[m]	
Derivación 5 – Derivación 6	D5 – D6	L	3.3	[m]	
Derivación 6 – Caldera 5	D6 – C5	L	2.4	[m]	
Derivación 6 – Derivación 7	D6 – D7	L	15	[m]	
Derivación 7 – Grupo Electrógeno	D7 – C6	L	41	[m]	
Derivación 7 – Sistema de GLP	D7 – C7	L	82	[m]	
Derivación 1 – Transición 5	D1 – T5	L	10	[m]	Tub. Enterrada
Transición 5 – Calderín	T5 – C8	L	13	[m]	

Fuente: (Elaboración propia)

4.8.2. Flujo Volumétrico de GNS en la Red de Tuberías

Se debe determinar el flujo volumétrico máximo de GNS que atraviesa la tubería "principal", a partir de las cuales hay derivaciones que se denominan líneas "ramales" o "secundarias". Por ello, es necesario determinar primero el flujo volumétrico de GNS para el funcionamiento de las calderas de casa de fuerza y artefactos de otras áreas. Esto se consigue aplicando la Ecuación (4.50).

En la Tabla 4.32 se muestra la potencia de cada caldera y otros artefactos considerados en el diseño, así como el flujo volumétrico de GNS que le corresponde a cada equipo.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Tabla 4.32

Flujo Volumétrico de GNS por Cada Artefacto

Flujo Volumétrico de GNS por Cada Artefacto				
Área/Equipo	**Potencia**	**Unidades**	**Flujo Volumétrico de Combustible**	**Unidades**
Casa de Fuerza				
Caldera C-1	50	[BHP]	55.53	[m^3/h]
Caldera C-2	50	[BHP]	55.53	[m^3/h]
Caldera C-3	100	[BHP]	111.06	[m^3/h]
Caldera C-4	150	[BHP]	166.58	[m^3/h]
Caldera C-5 (Proyectado)	150	[BHP]	166.58	[m^3/h]
01 Grupo Electrógeno (Proyectado a futuro)	750 600	[kVA] [kW]	67.92	[m^3/h]
Área de Residuos Hospitalarios – Calderin y Autoclave				
01 Calderin Vertical (Proyectado a futuro)	30	[BHP]	33.32	[m^3/h]
Laboratorio				
10 Mecheros*	12.5	[kW]	1.42	[m^3/h]
Nutrición				
04 Cocinas** (2 quemador)	116	[kW]	13.13	[m^3/h]
02 Hornos*** (1 quemador)	17.4	[kW]	1.97	[m^3/h]

** La potencia estimada para 01 mechero es de 1.25 kW.*
*** La potencia estimada para 01 cocina es de 14.50 kW por cada quemador.*
**** La potencia estimada para 01 horno es de 8.70 kW por cada quemador.*

Fuente: (Elaboración propia)

El sistema de combustible GNS se implementará tanto para las calderas Pirotubulares de Casa de Fuerza del HRHD, así como los artefactos de otras áreas mencionadas en la tabla anterior, por lo cual se establece que el máximo flujo volumétrico en la línea "principal" será calculado de acuerdo a la Ecuación (4.14).

Con respecto a las líneas "ramales" o "secundarias", les corresponde el flujo volumétrico de combustible GNS que cada equipo necesita de acuerdo a la potencia indicada.

4.8.3. Diseño de Tuberías para GNS

De acuerdo a los consumos de GNS que tiene cada artefacto mostrados en la Tabla 4.32, y la aplicación de la Ecuación (5.8) se obtiene el valor del caudal máximo probable

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

por cada tramo principal de las líneas de tubería de GNS. El detalle de cálculo de las líneas de tubería para GNS se encuentra en el **Anexo 11**.

En la Tabla 4.33 se muestran los caudales máximos probables por cada tramo principal de tuberías de GNS.

Tabla 4.33

Factor de Simultaneidad y Máximo Consumo Probable

Factor de Simultaneidad y Máximo Consumo Probable			
Flujo de Máximo de GNS	**Consumo Nominal de GNS**	**Condiciones de Operación**	**Unidades**
Equipos de Mayor Consumo			
$\dot{V}_A$: Caldera C-4/C-5	133.27	166.58	[Sm^3/hr]
$\dot{V}_B$: Grupo Electrógeno	54.34	67.92	[Sm^3/hr]
$\dot{V}_C$: Calderín y Autoclave	26.65	33.32	[Sm^3/hr]
$\dot{V}_D$: Cocina y Laboratorio	13.21	16.52	[Sm^3/hr]
Consumo Máximo por Tramos			
$\dot{V}_{max}$: Desde S1 hasta D1	207.54	259.43	[Sm^3/hr]
$\dot{V}_{max}$: Desde D1 hasta D6	194.21	242.77	[Sm^3/hr]
$\dot{V}_{max}$: Desde D6 hasta D7	67.55	84.44	[Sm^3/hr]

Fuente: (Elaboración Propia).

Con los caudales calculados y mostrados en la Tabla 4.32 y la Tabla 4.33 se realiza el cálculo de los diámetros para cada tramo de tubería para el sistema de GNS.

En la Tabla 4.34 se detallan los diámetros de tubería y el material por cada tramo de tubería para el sistema de GNS.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Tabla 4.34

Planilla de Cálculo de Diámetros de Tubería por Tramos para el Sistema de GNS

ITEM	TRAMO	L Real m	L calc. m	Q m3/h	D. Nom. mm	D. Int. mm	V m/s	pf mbar
1	S1-T1	158.00	189.60	259.43	4" A-53 Gr.B STD	102.26	8.07	325.87
2	T1-T2	28.00	33.60	259.43	125 PE SDR11	102.20	8.10	323.61
3	T2-T3	33.00	39.60	259.43	4" A-53 Gr.B STD	102.26	8.11	320.95
4	T3-D1	50.00	60.00	259.43	125 PE SDR11	102.20	8.15	316.90
5	D1-T4	21.00	25.20	242.77	125 PE SDR11	102.20	7.64	315.39
6	T4-D2	18.00	21.60	242.77	4" A-53 Gr.B STD	102.26	7.64	314.09
7	D2-C1	1.10	1.32	55.53	2 1/2" A-53 Gr.B STD	62.70	4.65	314.03
8	D2-D3	2.80	3.36	242.77	4" A-53 Gr.B STD	102.26	7.64	313.89
9	D3-C2	1.10	1.32	55.53	2 1/2" A-53 Gr.B STD	62.70	4.65	313.83
10	D3-D4	2.10	2.52	242.77	4" A-53 Gr.B STD	102.26	7.64	313.74
11	D4-C3	1.90	2.28	111.06	3" A-53 Gr.B STD	77.92	6.02	313.61
12	D4-D5	4.90	5.88	242.77	4" A-53 Gr.B STD	102.26	7.64	313.38
13	D5-C4	2.90	3.48	166.58	3 1/2" A-53 Gr.B STD	90.12	6.75	313.19
14	D5-D6	3.30	3.96	242.77	4" A-53 Gr.B STD	102.26	7.64	313.15
15	D6-C5	2.40	2.88	166.58	3 1/2" A-53 Gr.B STD	90.12	6.75	312.99
16	D6-D7	15.00	18.00	84.44	3" A-53 Gr.B STD	77.92	4.58	312.56
17	D7-C6	41.00	49.20	67.92	2 1/2" A-53 Gr.B STD	62.70	5.71	309.48
18	D7-C7	82.00	98.40	16.52	1 1/2" A-53 Gr.B SCH80	38.14	3.76	307.40
19	D1-T5	10.00	12.00	33.32	63 PE SDR11	51.40	4.14	316.37
20	T5-C8	13.00	15.60	33.32	2" A-53 Gr.B SCH80	49.24	4.51	315.51

Fuente: (Elaboración propia)

4.8.4. Selección de Contador

A partir de la Tabla 4.32 se conoce el flujo volumétrico de GNS de cada caldera, sin embargo para la selección del contador necesitamos conocer el flujo volumétrico máximo probable, cuyos valores se encuentran en la Tabla 4.33 en donde se calculan a partir de criterios de simultaneidad.

Con dichos datos aplicamos las Ecuaciones (4.59) y (4.60).

4.8.4.1. Contadores

Utilizamos la Ley de Graham para la comparación de gases ideales diferentes:

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\sqrt{M_2}}{\sqrt{M_1}} \qquad (4.59)$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Reescribiendo la ecuación en términos de flujos volumétricos y densidades relativas se tiene:

$$\frac{\dot{V}_1}{\dot{V}_2} = \frac{\sqrt{d_2}}{\sqrt{d_1}} \tag{4.60}$$

Donde:

v_1: Velocidad de difusión del gas N°1
v_2: Velocidad de difusión del gas N°2
M_1: Masa molar del gas N°1
M_2: Masa molar del gas N°2
$\dot{V}_1$: Flujo volumétrico del gas N°1 [m^3/h]
$\dot{V}_2$: Flujo volumétrico del gas N°2 [m^3/h]
d_1: Densidad relativa del gas N°1 [-]
d_2: Densidad relativa del gas N°2 [-]

Para la corrección de Flujo Volumétrico registrado en el contador, empleamos la ecuación de estado para los Gases Ideales que se define como se muestra:

$$p = \rho * R * T \tag{4.61}$$

Donde:

ρ: Densidad del gas ideal a la altura evaluada [kg/m^3]
p: Presión absoluta en la altura evaluada [kPa]
R: Constante de los gases ideales para el aire [kJ/kg-K]
T: Temperatura ambiente absoluta [K]

La constante R de los gases ideales de acuerdo a la tabla T-47 de Termodinámica (Ediciones J. A. Ragas Miranda, 2011).

De la Ecuación (4.61), despejando para R se tiene:

$$R = \frac{p * v}{T} \tag{4.62}$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Si el valor de R es constante, se puede calcular las propiedades de un mismo gas ideal en condiciones de presión y temperatura diferentes.

Para un mismo gas ideal, en el estado 1 y en el estado 2:

$$\frac{p_1 * v_1}{T_1} = \frac{p_2 * v_2}{T_2} \tag{4.63}$$

Reescribiendo y despejando la ecuación en función del flujo volumétrico se obtiene la Ecuación siguiente:

$$\dot{V}_2 = \frac{p_1 * T_2}{p_2 * T_1} * \dot{V}_1 \tag{4.64}$$

Donde:

$\dot{V}_1$: Flujo volumétrico del gas en el estado 1 [m^3/h]

$\dot{V}_2$: Flujo volumétrico del gas en el estado 2 [m^3/h]

p_1: Presión absoluta del gas en el estado 1 [kPa]

p_2: Presión absoluta del gas en el estado 2 [kPa]

T_1: Temperatura absoluta del gas en el estado 1 [K]

T_2: Temperatura absoluta del gas en el estado 2 [K]

La presión atmosférica en cualquier elevación puede ser calculada con la Ecuación de Presión Barométrica que se muestra a continuación:

$$p_h = p_0 * e^{\frac{-g*(h-h_0)}{R*T}} \tag{4.65}$$

Donde:

p_h: Presión absoluta en la altura evaluada [kPa]

p_0: Presión absoluta a nivel del mar a 0 m.s.n.m [kPa]

g: Aceleración de la gravedad [m/s^2]

h: Altura a la que se evalúa la presión [m]

h_0: Altura a nivel del mar [m]

R: Constante de los gases ideales para el aire [kJ/kg-K]

T: Temperatura ambiente absoluta [K]

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Con una primera aproximación, tenemos el flujo volumétrico máximo que consumirá el HRHD, por lo tanto se puede estimar una selección previa del contador de GNS.

Pietro Fiorentini (n.d.) en su catálogo de contadores, ofrece medidores rotativos, por lo cual, con los datos conocidos para el funcionamiento del sistema de GNS, es posible realizar la selección del contador en el **Anexo 12**.

En la Tabla 4.35 se muestran las características del contador que se ha seleccionado de manera previa, para posteriormente corroborar si cumple con los requerimientos de funcionamiento. La capacidad de medición está definido con respecto al aire; por lo tanto se debe determinar el caudal equivalente para el GNS.

Tabla 4.35

Características del Contador Pietro Fiorentini Serie G-160

Características del Contador			
Parámetro	**Variable**	**Cantidad**	**Unidades**
Capacidad de Caudal Máximo de Aire	$Q_{máx}$	250	[m^3/hr]
Bridas Ø4” ANSI B16.5 RF	-	2	[und]

Fuente: (Pietro Fiorentini, n.d.)

En la Tabla 4.36 se muestra la capacidad de medición del contador cuando el fluido es Gas Natural, corroboramos que teóricamente cumplirá las funciones que se requieren en servicio. Aplicando la ecuación de estado de los gases ideales que se define en la Ecuación (4.63).

Tabla 4.36

Capacidad de Medición Equivalente del Contador de Aire a Gas Natural

Capacidad de Medición del Contador de Gas Natural			
Propiedad	**Condiciones de Diseño**	**Condiciones de Operación**	**Unidades**
Presión	1013.25 101.325	1115.28 111.528	[mbar] [kPa]
Temperatura	25 298.15	15 288.15	[°C] [K]
Flujo Volumétrico	322.75	283.39	[Sm^3]

Fuente: (Elaboración propia).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

En la Tabla 4.37 se realiza la comparación entre la capacidad de medición del contador de GNS y el flujo máximo de GNS que consumirá el HRHD.

Tabla 4.37

Flujo máximo de GNS y Porcentaje de Utilización del Contador de GNS

Flujo máximo de GNS y Porcentaje de Utilización del Contador de GNS		
Propiedad	**Condiciones de Diseño**	**Unidades**
$\dot{V}_{max}$	259.43	[mbar]
Utilización	91.54	[%]

Fuente: (Elaboración propia).

Por lo tanto es correcta la selección realizada.

4.8.5. Selección de la Unidad Correctora de Volumen

La unidad correctora de volumen se encuentra conectada directamente al medidor en la ERMP.

En el mercado hay diferentes fabricantes y marcas de dicho componente, sin embargo para el presente proyecto se propone usar la Marca CORUS del fabricante Itrón, cuya selección se realiza en el **Anexo 13**.

CORUS es un conversor electrónico de volumen de gas, diseñado específicamente para su uso en aplicaciones comerciales e industriales. Su función es convertir el volumen medido por el contador de gas a condiciones de referencia (Itrón, 2013).

4.8.6. Selección de Filtro

En las ERMP generalmente son utilizados los filtros del tipo cartucho. La selección del componente se realiza en el **Anexo 14**. En donde se siguen los criterios de selección de acuerdo a las recomendaciones del fabricante; tales como presión de entrada, caída de presión y dimensiones de los conexionamientos.

4.8.7. Selección de Regulador de Presión

Los reguladores de presión serán del tipo Diafragma, los cuales controlarán la presión de entrada de 4 bar nominal, hasta una presión de salida de 340 mbar.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Pietro Fiorentini (2012) en su catálogo de reguladores de presión ofrece reguladores de presión para servicio de GNS, para distintos rangos de flujo de gas, así como para diferentes rangos de regulación de presión. En el **Anexo 15** se realiza la selección del componente que se ajusta más al requerimiento del proyecto.

4.8.8. Selección de Válvula de Alivio y Seguridad

Las válvulas de alivio cumplen una función muy importante cuando existe una sobre presión en el sistema de tuberías de GNS, la sobrepresión puede ocurrir por una inminente falla en el regulador de presión que se encuentra aguas arriba. Por ello debe ser seleccionado cuidadosamente para que cumpla con los requerimientos del proyecto.

Emerson (2017) en su catálogo de válvulas Kunkle series 6000, muestra una amplia variedad de válvulas de alivio, en diferentes materiales y para diferentes servicios. Presenta varios cuadros para realizar una correcta selección. Así mismo se puede observar la selección realizada en el **Anexo 16**.

4.8.9. Selección de Válvulas de Bola y Mariposa

Las válvulas de corte deben ser de cierre rápido de un cuarto de vuelta con tope, y deberán ser aprobadas para el manejo de gas natural seco (NTP 111.011, 2014).

Pietro Fiorentini (2000, 2013) muestra en sus catálogos válvulas de tipo bola y mariposa que cumplen con los requerimientos de la NTP mencionada en el párrafo anterior, así como también se ajusta al requerimiento del proyecto, para mayor detalle ver el **Anexo 17** y el **Anexo 18**.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

CAPÍTULO V

5. ANÁLISIS ECONÓMICO

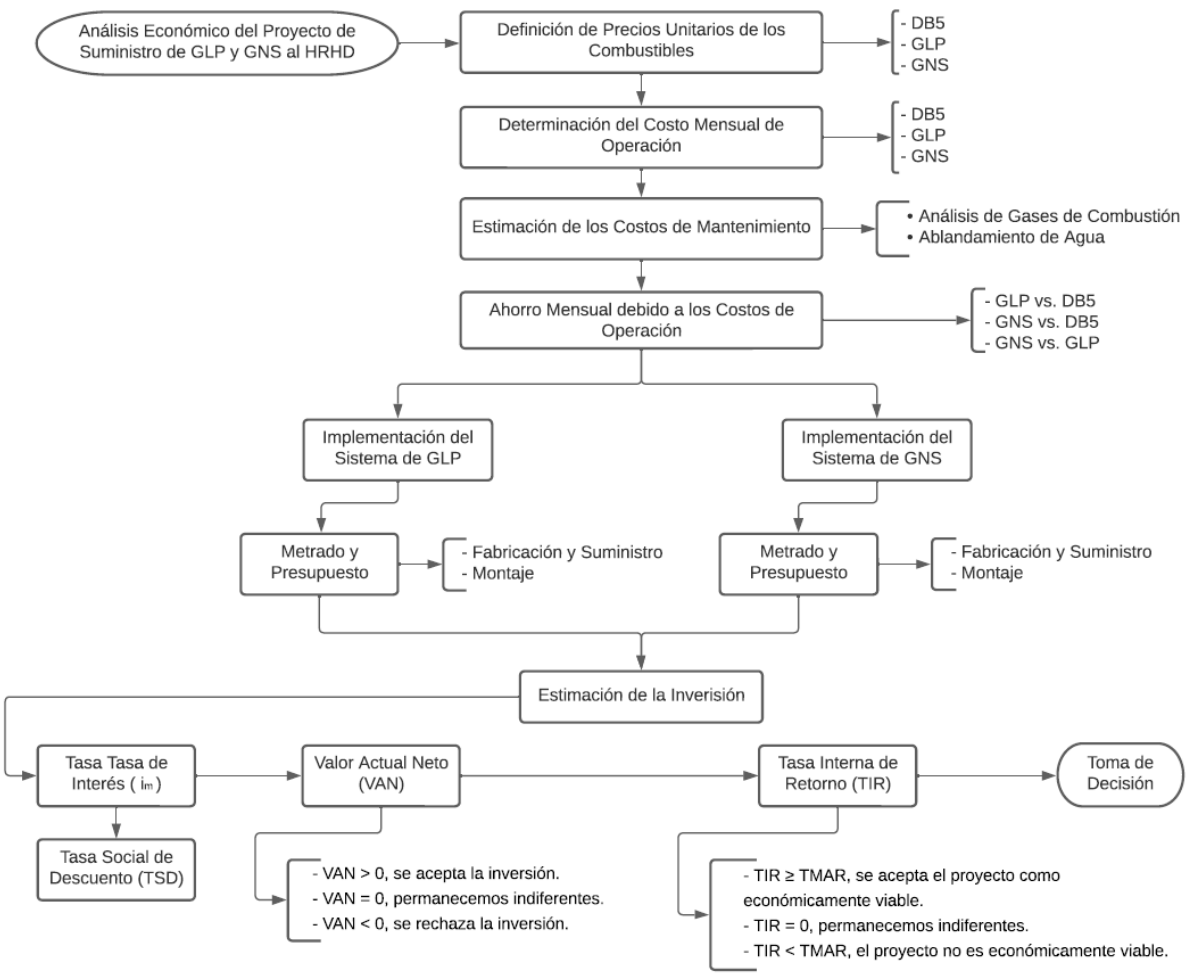
5.1. Análisis Económico en Proyectos de Inversión Pública

Un problema de inversión de capital es esencialmente una cuestión de determinar si las entradas de efectivo anticipadas de un proyecto propuesto son lo suficientemente atractivas para invertir fondos en ese proyecto (Park, 2009).

La inversión inicial representa el costo inicial total de todos los activos y servicios necesarios para dar comienzo a la alternativa (Blank & Tarquin, 2018).

Figura 5.1

Diagrama de Flujo del Análisis Económico



Fuente: Elaboración propia (2022)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Una cantidad futura de dinero convertida a su valor equivalente ahora tiene un monto de Valor Presente (VP) siempre menor que el flujo de efectivo real porque, para cualquier tasa de interés mayor que cero, todos los factores P/F tienen un valor presente menor que 1. Por tal razón, con frecuencia se hace referencia a cálculos de valor presente con la denominación de Flujo de Efectivo Descontado (FED), y la tasa de interés se conoce como tasa de descuento. (Blank & Tarquin, 2018)

5.2. Precio Unitario de Combustibles y Costos de Operación

A continuación se definen los precios unitarios de los combustibles y los costos de operación cuando se comparan directamente el uso de los mismos.

5.2.1. Precios Unitarios de Combustibles

Debemos tener en cuenta que los precios de los combustibles son variables en el tiempo.

5.2.1.1. Precio Unitario del Combustible DB5

Aplicando la Ecuación (5.1) se determina el costo unitario de energía, para producir 1 MMBTU con el combustible DB5 a partir de su precio unitario; también se usan los datos de la Tabla 4.1.

En la Tabla 5.1 se muestra el precio del combustible DB5 al año 2022, así como también el costo unitario para producir una unidad de energía. Por otro lado se conoce que desde el año 2019 hasta la actualidad, existe un incremento en el precio unitario de los combustibles, tal como se muestra en el recibo adjunto de Casa de Fuerza del HRHD en Arequipa según el **Anexo 19**.

Tabla 5.1

Costo del Combustible DB5 Puesto en Planta a Febrero del 2022

Precio del Combustible DB5			
Parámetro	**Variable**	**Cantidad**	**Unidades**
Precio unitario del combustible DB5	PUC_{db5}	15.75	[S/. /gal]
Costo unitario para producir 1 MMBTU	CU_{db5}	121.58	[S/. /MMBTU]

Fuente: (Petroperú, 2022)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

5.2.1.2. Precio Unitario del Combustible GLP

Aplicando la Ecuación (5.2) se determina el costo unitario de energía, para producir 1 MMBTU con el combustible GLP a partir de su precio unitario; también se usan los datos de la Tabla 4.3.

En la Tabla 5.2 se muestra el precio del combustible GLP al año 2022, así como también se muestra el costo unitario para producir una unidad de energía. Se conoce además, que desde el año 2019 hasta la actualidad, existe un incremento en el precio unitario de los combustibles, tal como se muestra en la propuesta de Solgas PRO adjunta en el **Anexo 20**.

Tabla 5.2

Costo del Combustible GLP Puesto en Planta a Febrero del 2022

Precio del Combustible GLP			
Parámetro	**Variable**	**Cantidad**	**Unidades**
Precio unitario del combustible GLP	PUC_{glp}	7.96	[S/. /gal]
Costo unitario para producir 1 MMBTU	CU_{glp}	79.11	[S/. /MMBTU]

Fuente: (Petroperú, 2022)

5.2.1.3. Precio Unitario del Combustible GNS

Aplicando la Ecuación (5.3) se determina el costo unitario de energía, para producir 1 MMBTU con el combustible GNS a partir de su precio unitario; también se usan los datos de la Tabla 4.4.

En la Tabla 5.3 se muestra el precio del combustible GNS al año 2021, distribuido en el HNAL, en el departamento de Lima por la Empresa Cálidda, así como también se muestra el costo unitario para producir una unidad de energía. Sin embargo, se aprecia que a diferencia de los combustibles DB5 y GLP, el incremento del costo unitario del GNS no es muy sensible a la vista, sin embargo existe, se puede apreciar en el recibo adjunto en el **Anexo 21**.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 5.3

Costo de Distribución del Combustible GNS CAT-IP en Lima a Enero del 2022

Precio del Combustible GNS			
Parámetro	**Variable**	**Cantidad**	**Unidades**
Precio unitario del combustible GNS	PUC_{gns}	1.152	[S/. /m^3]
Costo unitario para producir 1 MMBTU	CU_{gns}	30.58	[S/. /MMBTU]

Fuente: (HNAL, 2022)

5.2.2. Formulación de los Costos de Operación

5.2.2.1. Ecuación del Costo Unitario de Energía Generada

Cuando se utiliza el combustible DB5, el cálculo del costo para producir 1 MMBTU de energía se determina con la siguiente expresión:

$$CU_{db5} = PUC_{db5} * V_{db5} \quad (5.1)$$

Donde:

CU_{db5}: Costo unitario de energía generada con DB5 [S/./MMBTU]

PUC_{db5}: Precio de combustible DB5 por unidad de volumen [S/./gal]

V_{db5}: Volumen de combustible DB5 para producir 1 MMBTU [gal/MMBTU]

Para el caso donde se usa el combustible GLP, el cálculo del costo para producir 1 MMBTU de energía se realiza aplicando la expresión:

$$CU_{glp} = PUC_{glp} * V_{glp} \quad (5.2)$$

Donde:

CU_{glp}: Costo unitario de energía generada con GLP [S/./MMBTU]

PUC_{glp}: Precio de combustible GLP por unidad de volumen [S/./gal]

V_{glp}: Volumen de combustible GLP en fase líquido para producir 1 MMBTU [gal/MMBTU]

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Además, cuando se utiliza GNS, el cálculo del costo para producir 1 MMBTU de energía se determina empleando la expresión siguiente:

$$CU_{gns} = PUC_{gns} * V_{gns} \quad (5.3)$$

Donde:

CU_{gns}: Costo unitario de energía generada con GNS [S/./MMBTU]

PUC_{gns}: Precio de combustible GNS por unidad de volumen [S/./m^3]

V_{gns}: Volumen de combustible GNS para producir 1 MMBTU [m^3/MMBTU]

5.2.2.2. Costo Mensual de Energía Generada

Cuando se pretende calcular el costo mensual de la energía generada por los combustibles DB5, GLP y GNS; se deben emplear las Ecuaciones (5.1), (5.2) y (5.3). Siempre que se aplique el volumen de combustible respectivo que se utiliza mensualmente.

$$CO = CU * E \quad (5.4)$$

Donde:

CO: Costo mensual de energía generada [S/./mes]

CO_{db5} , para el DB5.

CO_{glp} , para el GLP.

CO_{gns} , para el GNS.

CU: Costo unitario de energía generada [S/./MMBTU]

CU_{db5} , para el DB5.

CU_{glp} , para el GLP.

CU_{gns} , para el GNS.

E_m: Energía de combustión generada mensualmente [MMBTU/mes]

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

5.2.3. Costo Mensual de Operación

De la Tabla 4.1 se conoce que la energía mensual generada por las calderas Pirotubulares de Casa de Fuerza en el HRHD, es de 777.92 MMBTU.

Aplicando la Ecuación (5.4) podemos determinar el costo mensual de operación que se da en la casa de fuerza para abastecer de vapor al HRHD.

En la Tabla 5.4 se muestra la energía mensual generada y el costo mensual operando en el supuesto planteado con DB5, GLP y GNS por separado. Se aprecia que el mayor costo se debe a la operación con DB5, seguido del GLP y siendo más económico el funcionamiento con GNS.

Tabla 5.4

Costo Mensual de Operación en Casa de Fuerza del HRHD

Costo Mensual de Operación para Producción de Vapor en Casa de Fuerza del HRHD			
Parámetro	**Variable**	**Cantidad**	**Unidades**
Cantidad de Energía Generada en Casa de Fuerza			
Energía Mensual Generada	E	777.92	[MMBTU/mes]
Costo Mensual			
Operando con DB5	CU_{db5}	74649.20	[S/. /mes]
Operando con GLP	CU_{glp}	45702.80	[S/. /mes]
Operando con GNS*	CU_{gns}	30,238.93*	[S/. /mes]
*Incluyendo un Factor de Corrección referencial de 1.2711, tal como se indica en la Tabla 4.4 y en el **Anexo 21**.			

Fuente: (Elaboración propia)

5.3. Ahorro Mensual Debido a la Implementación del Proyecto

Se puede estimar el ahorro de los combustibles GLP y GNS con respecto al DB5, así como también se puede comparar el ahorro del GNS con respecto del GLP. Para ello aplicamos las Ecuaciones (5.5) y (5.6).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

5.3.1. Formulación del Ahorro Mensual de Combustibles

5.3.1.1. Ahorro Mensual Entre Combustibles

Se determina el ahorro mensual entre combustibles "a" y "b" aplicando la siguiente expresión, de manera que se realiza la diferencia entre los costos mensuales de energía generada con diferentes combustibles.

$$\Delta CO_{b/a} = CO_a - CO_b \tag{5.5}$$

Donde:

$\Delta CO_{b/a}$: Ahorro mensual, por el uso del combustible "b" respecto de "a" [S/./mes]

$CO_{a,b}$: Costo mensual de energía generada por el combustible "a", "b" [S/./mes]

CO_{db5} , para el DB5.

CO_{glp} , para el GLP.

CO_{gns} , para el GNS.

5.3.1.2. Porcentaje de Ahorro Mensual Entre Combustibles

Para realizar la comparación entre los costos de operación con diferentes combustibles, aplicamos la siguiente relación. Se obtiene el ahorro porcentual cuando se trabaja con el combustible "a" respecto al combustible "b".

$$\%A_{b/a} = \frac{\Delta CO_{a-b}}{CO_a} * 100 = \frac{CO_a - CO_b}{CO_a} * 100 \tag{5.6}$$

Donde:

$\%A_{b/a}$: Porcentaje de ahorro mensual, por el uso del combustible "b" respecto de "a" [%]

5.3.2. Ahorro Mensual con GLP vs. DB5

En la Tabla 5.5 se muestra el ahorro mensual que existe cuando se reemplaza el combustible DB5 con el combustible GLP y el porcentaje que representa el ahorro mensual. Se observa claramente que existe alrededor del 35% de ahorro cuando se trabaja con el combustible GLP respecto del DB5.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Tabla 5.5

Ahorro Mensual con GLP respecto del DB5

Ahorro Mensual con GLP respecto del DB5			
Parámetro	**Variable**	**Cantidad**	**Unidades**
Ahorro Mensual			
Operando con GLP en lugar de DB5	$\Delta CU_{glp/db5}$	33,035.78	[S/. /mes]
Porcentaje de Ahorro			
Operando con GLP en lugar de DB5	$\%A_{glp/db5}$	35	[%]

Fuente: (Elaboración propia)

5.3.3. Ahorro Mensual con GNS vs. DB5

En la Tabla 5.6 se muestra el ahorro mensual que existe cuando se reemplaza el combustible DB5 con el combustible GNS y el porcentaje que representa el ahorro mensual. Existe alrededor del 68% de ahorro cuando se trabaja con el combustible GNS respecto del DB5.

Tabla 5.6

Ahorro Mensual con GNS respecto del DB5

Ahorro Mensual con GNS respecto del DB5			
Parámetro	**Variable**	**Cantidad**	**Unidades**
Ahorro Mensual			
Operando con GNS en lugar de DB5	$\Delta CU_{gns/db5}$	64,338.56	[S/. /mes]
Porcentaje de Ahorro			
Operando con GNS en lugar de DB5	$\%A_{gns/db5}$	68	[%]

Fuente: (Elaboración propia)

5.3.4. Ahorro Mensual con GNS vs. GLP

En la Tabla 5.7 se muestra el ahorro mensual que existe cuando se reemplaza el combustible GLP con el combustible GNS y el porcentaje que representa el ahorro mensual. Se observa también que existe alrededor del 51% de ahorro cuando se trabaja con el combustible GNS en lugar de usar GLP.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 5.7

Ahorro Mensual con GNS respecto del GLP

Ahorro Mensual con GNS respecto del GLP			
Parámetro	**Variable**	**Cantidad**	**Unidades**
Ahorro Mensual			
Operando con GNS en lugar de GLP	$\Delta CU_{gns/glp}$	31,302.78	[S/. /mes]
Porcentaje de Ahorro			
Operando con GNS en lugar de GLP	$\%A_{gns/glp}$	51	[%]

Fuente: (Elaboración propia)

5.4. Costos de Mantenimiento

5.4.1. Costo de Análisis de Gases de la Combustión

Actualmente en Casa de Fuerza del HRHD, que se encuentra a cargo de la Oficina de Mantenimiento y Servicios Generales, no hay un plan de mantenimiento preventivo que incluya el análisis de gases de combustión de las calderas Pirotubulares de manera mensual. Sin embargo en la presente tesis se propone realizar la medición de los gases de combustión de manera mensual, así como la calibración en la relación de aire/combustible para mejorar el rendimiento-eficiencia de las calderas.

En la Tabla 5.8 se muestra el costo estimado del análisis de gases de combustión y calibración de la relación aire/combustible para una caldera.

Tabla 5.8

Costo Estimado del Análisis de Gases de Combustión

Costo Estimado del Análisis de Gases de Combustión			
Parámetro	**Variable**	**Cantidad**	**Unidades**
Costo del análisis de gases de combustión por cada caldera	CAG	200.00	[S/./mes]

Fuente: (Elaboración propia)

5.4.2. Costo de Ablandamiento de Agua de Calderas

En la Tabla 5.9 se muestra el costo de suministro de químicos para el ablandamiento de agua que ingresa a las calderas Pirotubulares.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 5.9

Costo Estimado de los Químicos para Ablandamiento de Agua de Calderas

Costo Estimado de los Químicos para Ablandamiento de Agua de Calderas			
Parámetro	**Variable**	**Cantidad**	**Unidades**
Costo de los Químicos para Ablandamiento de Agua de Calderas	CQA	500.00	[S/./mes]

Fuente: (Elaboración propia)

5.5. Costos de Implementación del Proyecto

5.5.1. Metrado y Presupuesto para Implementación del Sistema de GLP

En la Tabla 5.10 se detallan todos los costos de fabricación y suministro de los equipos, materiales, accesorios y otros, que son requeridos para la implementación de la Fase I del Proyecto.

Tabla 5.10

Costo Total de Fabricación y Suministro del Sistema de GLP

FABRICACIÓN Y SUMINISTRO Metrado de Materiales: Equipos, Tuberías, Accesorios y Válvulas para el Sistema de GLP					
Parámetro	**Tamaño Ø**	**Cant.**	**Und.**	**Precio Unitario [S/.]**	**Precio Subtotal [S/.]**
Equipos					**541,714.00**
Quemadores Mixtos (GLP/GNS/DB5)					
Quemador WM-GL10/3-A ZM-T R 1.1/2" + TREN DE VALVULAS DE GAS		2.00	und.	55,145.00	110,290.00
Quemador WM-GL20/2-A ZM-T R 2" + TREN DE VALVULAS DE GAS		1.00	und.	78,720.00	78,720.00
Quemador WM-GL30/1-A ZM-T DN65 + TREN DE VALVULAS DE GAS		1.00	und.	122,590.00	122,590.00
Tableros Eléctricos para Quemadores					
Tablero Eléctrico para Quemador WM-GL10/3-A ZM-T R 1.1/2"		2.00	und.	11,685.00	23,370.00
Tablero Eléctrico para Quemador WM-GL20/2-A ZM-T R 2"		1.00	und.	13,940.00	13,940.00
Tablero Eléctrico para Quemador WM-GL30/1-A ZM-T DN65		1.00	und.	16,400.00	16,400.00
Regulador de Presión					
REGULADOR DE PRESIÓN TIPO DIAFRAGMA MODELO DIVAL 600 EXTREMOS BRIDADOS REG 500 MBAR A 300 MBAR	1 1/2"	2.00	und.	500.00	1,000.00

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

FABRICACIÓN Y SUMINISTRO
Metrado de Materiales: Equipos, Tuberías, Accesorios y Válvulas para el Sistema de GLP

Parámetro	Tamaño Ø	Cant.	Und.	Precio Unitario [S/.]	Precio Subtotal [S/.]
REGULADOR DE PRESIÓN TIPO DIAFRAGMA MODELO DIVAL 600 EXT. BRIDADOS REG. 1 BAR A 500 MBAR	1"	1.00	und.	500.00	500.00
REGULADOR DE PRESIÓN TIPO DIAFRAGMA MODELO DIVAL 600 EXTREMOS BRIDADOS REG 7 BAR A 1 BAR	1"	4.00	und.	500.00	2,000.00
REGULADOR DE PRESIÓN DE DIAFRAGMA EXTREMOS BRIDADOS Ø2" CLASE 150 RF	2"	1.00	und.	500.00	500.00
REGULADOR DE PRESIÓN TIPO DIAFRAGMA MODELO DIVAL 600 EXTREMOS BRIDADOS REG 500 MBAR A 300 MBAR	2"	2.00	und.	500.00	1,000.00
Tanques					
TANQUE HORIZONTAL ESTACIONARIO DE ALMACENAMIENTO DE GLP 1000 GAL		5.00	und.	16,850.00	84,250.00
Vaporizadores					
VAPORIZADOR DE FUEGO DIRECTO ALGAS SDI MODELO 80/40 CAP 7.2 MMBTU/H	3/4"x1"	3.00	und.	24,518.00	73,554.00
Decantador					
DECANTADOR DE PARTÍCULAS DE ACEITE ALGAS SDI MODELO F4 FLUJO NOMINAL 102 GPH	1 1/2"	1.00	und.	12,500.00	12,500.00
Filtro					
FILTRO TIPO Y EXTREMOS ROSCADOS CLASE 800LB	1 1/2"	2.00	und.	220.00	440.00
FILTRO TIPO Y EXTREMOS ROSCADOS CLASE 800LB	2"	3.00	und.	220.00	660.00
Válvulas					**13,310.00**
Válvula de Mariposa					
VÁLVULA DE MARIPOSA 1/4 DE VUELTA TIPO WAFER CLASE 150 LO	4"	2.00	und.	650.00	1,300.00
Válvula de Bola					
VÁLVULA DE BOLA 1/4 DE VUELTA CON EXTREMOS BRIDADOS CLASE 150	1 1/2"	2.00	und.	280.00	560.00
VÁLVULA DE BOLA 1/4 DE VUELTA CON EXTREMOS BRIDADOS CLASE 150	2"	3.00	und.	300.00	900.00
VALVULA DE BOLA 1/4 DE VUELTA CON EXTREMOS ROSCADOS CLASE 800LB	1 1/2"	4.00	und.	260.00	1,040.00
VALVULA DE BOLA 1/4 DE VUELTA CON EXTREMOS ROSCADOS CLASE 800LB	1 1/4"	18.00	und.	235.00	4,230.00
VALVULA DE BOLA 1/4 DE VUELTA CON EXTREMOS ROSCADOS CLASE 800LB	1"	18.00	und.	200.00	3,600.00

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

FABRICACIÓN Y SUMINISTRO
Metrado de Materiales: Equipos, Tuberías, Accesorios y Válvulas para el Sistema de GLP

Parámetro	Tamaño Ø	Cant.	Und.	Precio Unitario [S/.]	Precio Subtotal [S/.]
VALVULA DE BOLA 1/4 DE VUELTA CON EXTREMOS ROSCADOS CLASE 800LB	2"	6.00	und.	280.00	1,680.00
Tuberías y Accesorios	**[Ø]**	**[m]**		**[S/./kg]**	**22,814.96**
Tuberías de Acero Negro					
TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	3/4"	0.592		18.45	23.92
TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	1"	34.158		18.45	2,035.59
TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	1 1/4"	50.722		18.45	4,183.12
TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	1 1/2"	10.206		18.45	1,018.71
TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	2"	8.701		18.45	1,200.79
TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH40 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	2 1/2"	24.419		18.45	3,883.57
TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH40 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	3"	0.714		18.45	148.73
TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH40 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	4"	7.545		18.45	2,237.03
Accesorios de Acero Negro					
Acople					
ACOPLE REDUCTOR ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	1 1/2"x1 1/4"	2	und.	18.45	36.53
ACOPLE REDUCTOR ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	1 1/4"x1"	6	und.	18.45	78.60
ACOPLE REDUCTOR ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	1"x3/4"	3	und.	18.45	15.50
ACOPLE ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	1 1/2"	2	und.	18.45	36.53
ACOPLE ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	2"	1	und.	18.45	25.28
Codos					
CODO 90° SOLDABLE RL SCH40 ASTM A234 GR.WPB	2 1/2"	11	und.	18.45	261.25
CODO 90° SOLDABLE RL SCH40 ASTM A234 GR.WPB	3"	3	und.	18.45	111.81
CODO 90° SOLDABLE RL SCH40 ASTM A234 GR.WPB	4"	7	und.	18.45	495.20
CODO 90° ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	1 1/2"	8	und.	18.45	326.20

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

FABRICACIÓN Y SUMINISTRO
Metrado de Materiales: Equipos, Tuberías, Accesorios y Válvulas para el Sistema de GLP

Parámetro	Tamaño Ø	Cant.	Und.	Precio Unitario [S/.]	Precio Subtotal [S/.]
CODO 90° ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	1 1/4"	29	und.	18.45	700.92
CODO 90° ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	1"	32	und.	18.45	608.11
CODO 90° ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	2"	5	und.	18.45	227.86
Cruz					
CRUZ ROSCADA CLASE 3000 LB ASTM A105	1 1/4"	1	und.	18.45	36.90
CRUZ ROSCADA CLASE 3000 LB ASTM A105	1"	1	und.	18.45	31.18
Tee					
TEE SOLDABLE SCH40 ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	2 1/2"	5	und.	18.45	180.44
TEE SOLDABLE SCH80 ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	2"	1	und.	18.45	19.74
TEE ROSCADA CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	1 1/2"	2	und.	18.45	114.39
TEE ROSCADA CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	1 1/4"	6	und.	18.45	182.66
TEE ROSCADA CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	1"	4	und.	18.45	100.37
TEE ROSCADA CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	2"	1	und.	18.45	58.67
Tapón Roscado					
TAPÓN ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105	1 1/2"	2	und.	18.45	25.83
TAPÓN ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105	1 1/4"	1	und.	18.45	11.07
TAPÓN ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105	2"	1	und.	18.45	19.56
Unión o Acople Universal					
UNION ROSCADA O ACOPLE UNIVERSAL ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	1 1/2"	4	und.	18.45	79.70
UNION ROSCADA O ACOPLE UNIVERSAL ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	1 1/4"	19	und.	18.45	276.93
UNION ROSCADA O ACOPLE UNIVERSAL ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	1"	17	und.	18.45	185.05
UNION ROSCADA O ACOPLE UNIVERSAL ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	2"	4	und.	18.45	129.89
UNION ROSCADA O ACOPLE UNIVERSAL ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	3/4"	3	und.	18.45	25.46

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

FABRICACIÓN Y SUMINISTRO
Metrado de Materiales: Equipos, Tuberías, Accesorios y Válvulas para el Sistema de GLP

Parámetro	Tamaño Ø	Cant.	Und.	Precio Unitario [S/.]	Precio Subtotal [S/.]
O-Lets					
THRD-O-LET, THRD, 3000LB, ASTM A105	1 1/2"x1/4"	4	und.	18.45	3.69
THRD-O-LET, THRD, 3000LB, ASTM A105	2"x1/4"	6	und.	18.45	5.54
Reducción					
REDUCCIÓN CONCÉNTRICA SOLDABLE ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	2 1/2"x1"	1	und.	18.45	14.39
REDUCCIÓN CONCÉNTRICA SOLDABLE ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	2 1/2"x2"	6	und.	18.45	92.25
REDUCCIÓN CONCÉNTRICA SOLDABLE ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	2"x1 1/2"	2	und.	18.45	24.72
REDUCCIÓN CONCÉNTRICA SOLDABLE ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	4"x3"	1	und.	18.45	35.24
Bridas					
BRIDA WELDING NECK CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	2 1/2"	4	und.	18.45	334.68
BRIDA WELDING NECK CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	2"	2	und.	18.45	100.37
BRIDA WELDING NECK CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	3"	1	und.	18.45	94.10
BRIDA WELDING NECK CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	4"	5	und.	18.45	690.40
BRIDA CIEGA CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	2 1/2"	2	und.	18.45	117.16
BRIDA CIEGA CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	3"	1	und.	18.45	75.28
BRIDA CIEGA CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	4"	1	und.	18.45	142.25
BRIDA ROSCADA CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	1 1/2"	8	und.	18.45	200.92
BRIDA ROSCADA CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	1"	10	und.	18.45	167.34
BRIDA ROSCADA CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	2"	10	und.	18.45	418.45
Pernos, Tuercas, Arandelas y Empaquetaduras					
(4) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436	1/2"	10	und.	18.45	184.50
(4) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436	1/2"	8	und.	18.45	147.60
(4) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436	5/8"	12	und.	18.45	221.40

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

FABRICACIÓN Y SUMINISTRO Metrado de Materiales: Equipos, Tuberías, Accesorios y Válvulas para el Sistema de GLP					
Parámetro	**Tamaño Ø**	**Cant.**	**Und.**	**Precio Unitario [S/.]**	**Precio Subtotal [S/.]**
(4) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436	5/8"	6	und.	18.45	110.70
(4) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436	5/8"	1	und.	18.45	18.45
(8) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436	5/8"	1	und.	18.45	18.45
(8) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436	5/8"	2	und.	18.45	50.74
EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	1 1/2"	8	und.	9.84	78.72
EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	1"	10	und.	9.84	98.40
EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	2 1/2"	6	und.	9.84	59.04
EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	2"	12	und.	9.84	118.08
EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	3"	1	und.	9.84	9.84
EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	4"	5	und.	9.84	49.20
Soportes				**[S/./kg]**	**17,915.03**
Soportes de Acero Comercial ASTM A36					
Soporte SOP-03		19	und.	16.40	3,782.82
Soporte SOP-05		1	und.	16.40	189.09
Soporte SOP-06		7	und.	16.40	557.93
Soporte SOP-07		13	und.	16.40	8,536.53
Soporte SOP-08		15	und.	16.40	4,848.66
COSTO TOTAL DE FABRICACIÓN Y SUMINISTRO				**[S/.]**	**595,753.99**

Fuente: (Elaboración propia)

En la Tabla 5.11 se detallan todos los costos de montaje, que constan de la supervisión, entrenamiento e instalación del sistema de GLP; lo cual es requerido para la implementación de la Fase I del Proyecto.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 5.11

Costo Total de Montaje del Sistema de GLP

MONTAJE Supervisión, Entrenamiento e Instalación del Sistema de GLP					
Parámetro	**Tamaño Ø**	**Cant.**	**Und.**	**Precio Unitario [S/.]**	**Precio Subtotal [S/.]**
Trabajos Preliminares					**15,000.00**
Trazo y replanteo		1	GLB.	15,000.00	15,000.00
Derechos de Conexión					**881.50**
Ficha de registro		1	GLB.	881.50	881.50
Movimiento de Tierras y Obras Civiles					**70,323.26**
Nivelación de Terreno		1	GLB.	3,920.00	3,920.00
Loza de concreto		279.45	m3	111.75	31,228.54
Cerco Enmallado Metálico		61.28	ml	574.00	35,174.72
Equipos					**202,520.00**
Servicio de Supervisión de instalación, puesta en marcha y entrenamiento de uso de Quemadores					
Para el Quemador WM-GL10/3-A ZM-T R 1.1/2”		2.00	und.	38,130.00	76,260.00
Para el Quemador WM-GL20/2-A ZM-T R 2”		1.00	und.	38,130.00	38,130.00
Para el Quemador WM-GL30/1-A ZM-T DN65		1.00	und.	38,130.00	38,130.00
Instalación de Equipos		1.00	GLB.	50,000.00	50,000.00
Quemadores Mixtos Gas/Gasoil					
Tanque Estacionario Horizontal de Almacenamiento GLP 1000 gal					
Vaporizador de Fuego Directo ALGAS SDI Modelo 80/40H					
Decantador de 40 gal					
Mezclador de GLP-Aire					
Válvulas					**3,993.00**
Válvula de Mariposa					
VÁLVULA DE MARIPOSA 1/4 DE VUELTA TIPO WAFER CLASE 150 LO	4"	2.00	und.		390.00
Válvula de Bola					
VÁLVULA DE BOLA 1/4 DE VUELTA CON EXTREMOS BRIDADOS CLASE 150	1 1/2"	2.00	und.		168.00
VÁLVULA DE BOLA 1/4 DE VUELTA CON EXTREMOS BRIDADOS CLASE 150	2"	3.00	und.		270.00

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

MONTAJE Supervisión, Entrenamiento e Instalación del Sistema de GLP					
Parámetro	**Tamaño Ø**	**Cant.**	**Und.**	**Precio Unitario [S/.]**	**Precio Subtotal [S/.]**
VALVULA DE BOLA 1/4 DE VUELTA CON EXTREMOS ROSCADOS CLASE 800LB	1 1/2"	4.00	und.		312.00
VALVULA DE BOLA 1/4 DE VUELTA CON EXTREMOS ROSCADOS CLASE 800LB	1 1/4"	18.00	und.		1,269.00
VALVULA DE BOLA 1/4 DE VUELTA CON EXTREMOS ROSCADOS CLASE 800LB	1"	18.00	und.		1,080.00
VALVULA DE BOLA 1/4 DE VUELTA CON EXTREMOS ROSCADOS CLASE 800LB	2"	6.00	und.		504.00
Tuberías y Accesorios	**[Ø]**	**[m]**		**[S/./kg]**	**15,209.97**
Tuberías de Acero Negro					
TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	3/4"	0.592		12.30	15.95
TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	1"	34.158		12.30	1,357.06
TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	1 1/4"	50.722		12.30	2,788.75
TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	1 1/2"	10.206		12.30	679.14
TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	2"	8.701		12.30	800.53
TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH40 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	2 1/2"	24.419		12.30	2,589.05
TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH40 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	3"	0.714		12.30	99.15
TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH40 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	4"	7.545		12.30	1,491.35
Accesorios de Acero Negro					
Acople					
ACOPLE REDUCTOR ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	1 1/2"x1 1/4"	2	und.	12.30	24.35
ACOPLE REDUCTOR ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	1 1/4"x1"	6	und.	12.30	52.40
ACOPLE REDUCTOR ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	1"x3/4"	3	und.	12.30	10.33
ACOPLE ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	1 1/2"	2	und.	12.30	24.35
ACOPLE ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	2"	1	und.	12.30	16.85
Codos					
CODO 90° SOLDABLE RL SCH40 ASTM A234 GR.WPB	2 1/2"	11	und.	12.30	174.17
CODO 90° SOLDABLE RL SCH40 ASTM A234 GR.WPB	3"	3	und.	12.30	74.54

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

MONTAJE Supervisión, Entrenamiento e Instalación del Sistema de GLP					
Parámetro	**Tamaño Ø**	**Cant.**	**Und.**	**Precio Unitario [S/.]**	**Precio Subtotal [S/.]**
CODO 90° SOLDABLE RL SCH40 ASTM A234 GR.WPB	4"	7	und.	12.30	330.13
CODO 90° ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	1 1/2"	8	und.	12.30	217.46
CODO 90° ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	1 1/4"	29	und.	12.30	467.28
CODO 90° ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	1"	32	und.	12.30	405.41
CODO 90° ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	2"	5	und.	12.30	151.91
Cruz					
CRUZ ROSCADA CLASE 3000 LB ASTM A105	1 1/4"	1	und.	12.30	24.60
CRUZ ROSCADA CLASE 3000 LB ASTM A105	1"	1	und.	12.30	20.79
Tee					
TEE SOLDABLE SCH40 ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	2 1/2"	5	und.	12.30	120.29
TEE SOLDABLE SCH80 ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	2"	1	und.	12.30	13.16
TEE ROSCADA CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	1 1/2"	2	und.	12.30	76.26
TEE ROSCADA CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	1 1/4"	6	und.	12.30	121.77
TEE ROSCADA CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	1"	4	und.	12.30	66.91
TEE ROSCADA CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	2"	1	und.	12.30	39.11
Tapón Roscado					
TAPÓN ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105	1 1/2"	2	und.	12.30	17.22
TAPÓN ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105	1 1/4"	1	und.	12.30	7.38
TAPÓN ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105	2"	1	und.	12.30	13.04
Unión o Acople Universal					
UNION ROSCADA O ACOPLE UNIVERSAL ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	1 1/2"	4	und.	12.30	53.14
UNION ROSCADA O ACOPLE UNIVERSAL ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	1 1/4"	19	und.	12.30	184.62
UNION ROSCADA O ACOPLE UNIVERSAL ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	1"	17	und.	12.30	123.37
UNION ROSCADA O ACOPLE UNIVERSAL ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	2"	4	und.	12.30	86.59
UNION ROSCADA O ACOPLE UNIVERSAL ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	3/4"	3	und.	12.30	16.97

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

MONTAJE Supervisión, Entrenamiento e Instalación del Sistema de GLP					
Parámetro	**Tamaño Ø**	**Cant.**	**Und.**	**Precio Unitario [S/.]**	**Precio Subtotal [S/.]**
O-Lets					
THRD-O-LET, THRD, 3000LB, ASTM A105	1 1/2"x1/4"	4	und.	12.30	2.46
THRD-O-LET, THRD, 3000LB, ASTM A105	2"x1/4"	6	und.	12.30	3.69
Reducción					
REDUCCIÓN CONCÉNTRICA SOLDABLE ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	2 1/2"x1"	1	und.	12.30	9.59
REDUCCIÓN CONCÉNTRICA SOLDABLE ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	2 1/2"x2"	6	und.	12.30	61.50
REDUCCIÓN CONCÉNTRICA SOLDABLE ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	2"x1 1/2"	2	und.	12.30	16.48
REDUCCIÓN CONCÉNTRICA SOLDABLE ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	4"x3"	1	und.	12.30	23.49
Bridas					
BRIDA WELDING NECK CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	2 1/2"	4	und.	12.30	223.12
BRIDA WELDING NECK CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	2"	2	und.	12.30	66.91
BRIDA WELDING NECK CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	3"	1	und.	12.30	62.73
BRIDA WELDING NECK CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	4"	5	und.	12.30	460.27
BRIDA CIEGA CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	2 1/2"	2	und.	12.30	78.11
BRIDA CIEGA CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	3"	1	und.	12.30	50.18
BRIDA CIEGA CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	4"	1	und.	12.30	94.83
BRIDA ROSCADA CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	1 1/2"	8	und.	12.30	133.95
BRIDA ROSCADA CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	1"	10	und.	12.30	111.56
BRIDA ROSCADA CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	2"	10	und.	12.30	278.96
Pernos, Tuercas, Arandelas y Empaquetaduras					
(4) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436	1/2"	10	und.	12.30	123.00
(4) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436	1/2"	8	und.	12.30	98.40

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

MONTAJE Supervisión, Entrenamiento e Instalación del Sistema de GLP					
Parámetro	**Tamaño Ø**	**Cant.**	**Und.**	**Precio Unitario [S/.]**	**Precio Subtotal [S/.]**
(4) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436	5/8"	12	und.	12.30	147.60
(4) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436	5/8"	6	und.	12.30	73.80
(4) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436	5/8"	1	und.	12.30	12.30
(8) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436	5/8"	1	und.	12.30	12.30
(8) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436	5/8"	2	und.	12.30	33.83
EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	1 1/2"	8	und.	6.56	52.48
EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	1"	10	und.	6.56	65.60
EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	2 1/2"	6	und.	6.56	39.36
EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	2"	12	und.	6.56	78.72
EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	3"	1	und.	6.56	6.56
EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	4"	5	und.	6.56	32.80
Soportes				**[S/./kg]**	**5,374.51**
Soportes de Acero Comercial ASTM A36					
Soporte SOP-03		19	und.	4.92	1,134.85
Soporte SOP-05		1	und.	4.92	56.73
Soporte SOP-06		7	und.	4.92	167.38
Soporte SOP-07		13	und.	4.92	2,560.96
Soporte SOP-08		15	und.	4.92	1,454.60
COSTO TOTAL DE MONTAJE				**[S/.]**	**313,302.24**

Fuente: (Elaboración propia)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

5.5.2. Metrado y Presupuesto para Implementación del Sistema de GNS

En la Tabla 5.12 se detallan todos los costos de fabricación y suministro de los equipos, materiales, accesorios y otros, que son requeridos para la implementación de la Fase II del Proyecto.

Tabla 5.12

Costo Total de Fabricación y Suministro del Sistema de GNS

FABRICACIÓN Y SUMINISTRO Metrado de Materiales: Equipos, Tuberías, Accesorios y Válvulas para el Sistema de GNS					
Parámetro	**Tamaño Ø**	**Cant.**	**Und.**	**Precio Unitario [S/.]**	**Precio Subtotal [S/.]**
Equipos					**116,760.00**
ERMP					
ESTACIÓN DE REGULACIÓN Y MEDICIÓN PRIMARIA (RECINTO OBRA CIVIL)		1.00	GLB.	46,000.00	46,000.00
FABRICACIÓN, MONTAJE Y CERTIFICACIÓN DE LA ERMP		1.00	GLB.	57,500.00	57,500.00
Contador de Gas Natural					
CONTADOR ROTATIVO G-160 EXTREMOS BRIDADOS Ø4" CLASE 150 RF	4"	1.00	und.		
Unidad de Corrección de Volumen					
UNIDAD CORRECTORA DE VOLUMEN ITRON		1.00	und.		
Regulador de Presión					
REGULADOR DE PRESIÓN DE DIAFRAGMA EXTREMOS BRIDADOS Ø2" CLASE 150 RF	2"	1.00	und.		
REGULADOR DE PRESIÓN TIPO DIAFRAGMA MODELO DIVAL 700 EXTREMOS BRIDADOS CLASE 150 RF	2"	9.00	und.		
Filtro					
FILTRO TIPO Y EXTREMOS ROSCADOS CLASE 800LB	1 1/2"	1.00	und.	220.00	220.00
FILTRO TIPO Y EXTREMOS ROSCADOS CLASE 800LB	2"	7.00	und.	220.00	1,540.00
FILTRO TIPO CARTUCHO EXTREMOS BRIDADOS Ø3" CLASE 150 RF	3"	2.00	und.	5,750.00	11,500.00
Válvulas					**17,430.00**
Válvula de Mariposa					
VÁLVULA DE MARIPOSA 1/4 DE VUELTA TIPO WAFER CLASE 150 LO	3"	5.00	und.	650.00	3,250.00

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

FABRICACIÓN Y SUMINISTRO
Metrado de Materiales: Equipos, Tuberías, Accesorios y Válvulas para el Sistema de GNS

Parámetro	Tamaño Ø	Cant.	Und.	Precio Unitario [S/.]	Precio Subtotal [S/.]
VÁLVULA DE MARIPOSA 1/4 DE VUELTA TIPO WAFER CLASE 150 LO	4"	14.00	und.	650.00	9,100.00
Válvula de Bola					
VÁLVULA DE BOLA 1/4 DE VUELTA CON EXTREMOS BRIDADOS CLASE 150	2 1/2"	7.00	und.	300.00	2,100.00
VALVULA DE BOLA 1/4 DE VUELTA CON EXTREMOS ROSCADOS CLASE 800LB	1 1/2"	5.00	und.	260.00	1,300.00
VALVULA DE BOLA 1/4 DE VUELTA CON EXTREMOS ROSCADOS CLASE 800LB	2"	6.00	und.	280.00	1,680.00
Tuberías y Accesorios	**[Ø]**	**[m]**		**[S/./kg]**	**101,903.22**
Tuberías de Acero Negro					
TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	1 1/2"	79.566	m	18.45	7,941.84
TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	2"	12.698	m	18.45	1,752.40
TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH40 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	2 1/2"	43.887	m	18.45	6,979.74
TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH40 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	3"	15.857	m	18.45	3,303.02
TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH40 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	3 1/2"	4.649	m	18.45	1,163.95
TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH40 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	4"	201.378	m	18.45	59,706.87
Accesorios de Acero Negro					
Acople					
ACOPLE REDUCTOR ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	2"x1 1/2"	4	und.	18.45	104.80
Codos					
CODO 90° SOLDABLE RL SCH40 ASTM A234 GR.WPB	2 1/2"	10	und.	18.45	237.45
CODO 90° SOLDABLE RL SCH40 ASTM A234 GR.WPB	3 1/2"	2	und.	18.45	104.43
CODO 90° SOLDABLE RL SCH40 ASTM A234 GR.WPB	3"	5	und.	18.45	186.35
CODO 90° SOLDABLE RL SCH40 ASTM A234 GR.WPB	4"	41	und.	18.45	2,900.34
TRIMMED CODO 90° SOLDABLE RL SCH40 ASTM A234 GR.WPB (84.11)	4"	1	und.	18.45	66.05
TRIMMED CODO 45° SOLDABLE SCH40 ASTM A234 GR.WPB (15.00)	4"	2	und.	18.45	23.99
TRIMMED CODO 45° SOLDABLE SCH40 ASTM A234 GR.WPB (37.87)	4"	1	und.	18.45	30.26

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

FABRICACIÓN Y SUMINISTRO
Metrado de Materiales: Equipos, Tuberías, Accesorios y Válvulas para el Sistema de GNS

Parámetro	Tamaño Ø	Cant.	Und.	Precio Unitario [S/.]	Precio Subtotal [S/.]
CODO 90° ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	1 1/2"	12	und.	18.45	489.29
CODO 90° ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	2"	9	und.	18.45	410.14
CODO 45° ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	1 1/2"	2	und.	18.45	67.90
Tee					
TEE SOLDABLE SCH40 ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	2 1/2"	1	und.	18.45	36.16
TEE SOLDABLE SCH40 ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	3"	2	und.	18.45	106.64
TEE SOLDABLE SCH40 ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	4"	8	und.	18.45	744.83
Tapón Roscado					
TAPÓN ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105	1 1/2"	3	und.	18.45	38.75
TAPÓN ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105	2"	2	und.	18.45	39.11
Unión o Acople Universal					
UNION ROSCADA O ACOPLE UNIVERSAL ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	1 1/2"	14	und.	18.45	278.96
UNION ROSCADA O ACOPLE UNIVERSAL ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	2"	7	und.	18.45	227.30
O-Lets					
THRD-O-LET, THRD, 3000LB, ASTM A105	2"x1/4"	12	und.	18.45	11.07
THRD-O-LET, THRD, 3000LB, ASTM A105	4"x1/4"	2	und.	18.45	1.85
Reducción					
REDUCCIÓN CONCÉNTRICA SOLDABLE ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	2 1/2"x2"	6	und.	18.45	92.25
REDUCCIÓN CONCÉNTRICA SOLDABLE ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	3 1/2"x3"	2	und.	18.45	63.65
REDUCCIÓN CONCÉNTRICA SOLDABLE ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	3"x1 1/2"	1	und.	18.45	21.03
REDUCCIÓN CONCÉNTRICA SOLDABLE ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	3"x2 1/2"	3	und.	18.45	65.50
REDUCCIÓN CONCÉNTRICA SOLDABLE ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	3"x2"	5	und.	18.45	91.51
REDUCCIÓN CONCÉNTRICA SOLDABLE ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	4"x2 1/2"	2	und.	18.45	62.55
REDUCCIÓN CONCÉNTRICA SOLDABLE ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	4"x2"	2	und.	18.45	53.69

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

FABRICACIÓN Y SUMINISTRO
Metrado de Materiales: Equipos, Tuberías, Accesorios y Válvulas para el Sistema de GNS

Parámetro	Tamaño Ø	Cant.	Und.	Precio Unitario [S/.]	Precio Subtotal [S/.]
REDUCCIÓN CONCÉNTRICA SOLDABLE ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	4"x3 1/2"	2	und.	18.45	76.94
REDUCCIÓN CONCÉNTRICA SOLDABLE ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	4"x3"	2	und.	18.45	70.29
REDUCCIÓN CONCÉNTRICA SOLDABLE ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	5"x4"	4	und.	18.45	248.52
Bridas					
BRIDA WELDING NECK CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	2 1/2"	18	und.	18.45	1,506.44
BRIDA WELDING NECK CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	2"	6	und.	18.45	301.29
BRIDA WELDING NECK CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	3"	15	und.	18.45	1,412.16
BRIDA WELDING NECK CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	4"	36	und.	18.45	4,970.98
BRIDA WELDING NECK CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	5"	4	und.	18.45	702.95
BRIDA CIEGA CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	2 1/2"	3	und.	18.45	175.83
BRIDA CIEGA CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	3"	1	und.	18.45	75.28
BRIDA ROSCADA CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	2"	15	und.	18.45	627.67
Pernos, Tuercas, Arandelas y Empaquetaduras					
(8) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436	3/4"	3	und.	18.45	56.27
(4) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436	5/8"	21	und.	18.45	387.45
(4) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436	5/8"	18	und.	18.45	332.10
(4) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436	5/8"	5	und.	18.45	92.25
(4) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436	5/8"	5	und.	18.45	122.32
(8) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436	5/8"	5	und.	18.45	92.25
(8) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436	5/8"	14	und.	18.45	355.72
EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	2 1/2"	18	und.	9.84	177.12

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

FABRICACIÓN Y SUMINISTRO
Metrado de Materiales: Equipos, Tuberías, Accesorios y Válvulas para el Sistema de GNS

Parámetro	Tamaño Ø	Cant.	Und.	Precio Unitario [S/.]	Precio Subtotal [S/.]
EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	2"	21	und.	9.84	206.64
EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	3"	15	und.	9.84	147.60
EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	4"	33	und.	9.84	324.72
EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	5"	4	und.	9.84	39.36
Tuberías de HDPE	**[Ø]**	**[m]**			
TUBERÍA DE HDPE SDR11 PE100 ISO 4427	2"	9.655	m	11.75	113.43
TUBERÍA DE HDPE SDR11 PE100 ISO 4427	5"	90.814	m	16.81	1,526.22
Accesorios de HDPE por TERMOFUSIÓN					
Codos					
CODO 90° TF HDPE SDR11 PE100	2"	3	und.	4.30	3.35
CODO 90° TF HDPE SDR11 PE100	5"	5	und.	4.30	24.17
CODO 45° TF HDPE SDR11 PE100	5"	2	und.	4.30	5.55
TRIMMED TRAMO DE TUBERÍA CURVA 30D TF HDPE SDR11 PE100 (29.44)	5"	1	und.	4.30	32.38
TRIMMED TRAMO DE TUBERÍA CURVA 30D TF HDPE SDR11 PE100 (4.07)	5"	1	und.	4.30	4.47
TRIMMED TRAMO DE TUBERÍA CURVA 30D TF HDPE SDR11 PE100 (47.47)	5"	1	und.	4.30	52.20
Tee					
TEE HDPE TF SDR 11 PE100	5"	1	und.	4.30	6.84
Reducción					
REDUCCIÓN CONCÉNTRICA (Ø140XØ125) HDPE SDR11 PE100	5"x2"	1	und.	4.30	1.33
REDUCCIÓN CONCÉNTRICA (Ø140XØ125) HDPE SDR11 PE100	6"x5"	4	und.	4.30	8.77
Adaptador					
STUB END TF HDPE SDR11 PE100	2"	1	und.	4.30	4.30
STUB END (Ø140MM) TF HDPE SDR11 PE100	5"	4	und.	4.30	103.20
Bridas					
BRIDA LAP JOINT CLASE 150 FF ASTM A105 ANSI B16.5	2"	1	und.	4.30	9.76
BRIDA LAP JOINT (Ø140MM) CLASE 150 FF ASTM A105 ANSI B16.5	5"	3	und.	4.30	76.07

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

FABRICACIÓN Y SUMINISTRO Metrado de Materiales: Equipos, Tuberías, Accesorios y Válvulas para el Sistema de GNS					
Parámetro	**Tamaño Ø**	**Cant.**	**Und.**	**Precio Unitario [S/.]**	**Precio Subtotal [S/.]**
BRIDA LAP JOINT CLASE 150 FF ASTM A105 ANSI B16.5	5"	1	und.	4.30	25.37
Soportes				**[S/./kg]**	**45,205.94**
Soportes de Acero Comercial ASTM A36					
Soporte SOP-01		1	und.	16.40	4,761.74
Soporte SOP-02		26	und.	16.40	19,708.21
Soporte SOP-03		34	und.	16.40	6,769.26
Soporte SOP-04		2	und.	16.40	7,640.43
Soporte SOP-05		1	und.	16.40	189.09
Soporte SOP-06		77	und.	16.40	6,137.21
COSTO TOTAL DE FABRICACIÓN Y SUMINISTRO				**[S/.]**	**281,299.17**

Fuente: (Elaboración propia)

En la Tabla 5.13 se detallan todos los costos de montaje, que constan de la supervisión, entrenamiento e instalación del sistema de GNS; lo cual es requerido para la implementación de la Fase II del Proyecto.

Tabla 5.13

Costo Total de Montaje del Sistema de GNS

MONTAJE Supervisión, Entrenamiento e Instalación del Sistema de GNS					
Parámetro	**Tamaño Ø**	**Cant.**	**Und.**	**Precio Unitario [S/.]**	**Precio Subtotal [S/.]**
Trabajos Preliminares					**25,000.00**
Trazo y replanteo		1	GLB.	25,000.00	25,000.00
Derechos de Conexión					**52,928.71**
Derecho de conexión		1	GLB.	10,883.00	10,883.00
Inspección supervisión y habilitación		1	GLB.	2,090.84	2,090.84
Accesorio de ingreso a la acometida		1	GLB.	39,954.87	39,954.87
Pruebas, Certificaciones, Capacitaciones y Plan de Mantenimiento Anual					**38,640.00**
Estudio de Análisis de Riesgo		1	GLB.	4,500.00	4,500.00
Plan de Contingencia		1	GLB.	4,500.00	4,500.00

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

MONTAJE

Supervisión, Entrenamiento e Instalación del Sistema de GNS

Parámetro	Tamaño Ø	Cant.	Und.	Precio Unitario [S/.]	Precio Subtotal [S/.]
Capacitación y Plan de Mantenimiento Preventivo		1	GLB.	4,500.00	4,500.00
Movimiento de Tierra y Obras Civiles					**12,570.00**
Excavación de Zanjas		1	GLB.	9,800.00	9,800.00
Material Grava, Arena y otros		1	GLB.	2,770.00	2,770.00
Válvulas					**5,229.00**
Válvula de Mariposa					
VÁLVULA DE MARIPOSA 1/4 DE VUELTA TIPO WAFER CLASE 150 LO	3"	5.00	und.		975.00
VÁLVULA DE MARIPOSA 1/4 DE VUELTA TIPO WAFER CLASE 150 LO	4"	14.00	und.		2,730.00
Válvula de Bola					
VÁLVULA DE BOLA 1/4 DE VUELTA CON EXTREMOS BRIDADOS CLASE 150	2 1/2"	7.00	und.		630.00
VALVULA DE BOLA 1/4 DE VUELTA CON EXTREMOS ROSCADOS CLASE 800LB	1 1/2"	5.00	und.		390.00
VALVULA DE BOLA 1/4 DE VUELTA CON EXTREMOS ROSCADOS CLASE 800LB	2"	6.00	und.		504.00
Tuberías y Accesorios	**[Ø]**	**[m]**		**[S/./kg]**	**67,935.76**
Tuberías de Acero Negro					
TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	1 1/2"	79.566	m	12.30	5,294.56
TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	2"	12.698	m	12.30	1,168.27
TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH40 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	2 1/2"	43.887	m	12.30	4,653.16
TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH40 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	3"	15.857	m	12.30	2,202.01
TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH40 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	3 1/2"	4.649	m	12.30	775.97
TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH40 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	4"	201.378	m	12.30	39,804.58
Accesorios de Acero Negro					
Acople					
ACOPLE REDUCTOR ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	2"x1 1/2"	4	und.	12.30	69.86

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

MONTAJE

Supervisión, Entrenamiento e Instalación del Sistema de GNS

Parámetro	Tamaño Ø	Cant.	Und.	Precio Unitario [S/.]	Precio Subtotal [S/.]
Codos					
CODO 90° SOLDABLE RL SCH40 ASTM A234 GR.WPB	2 1/2"	10	und.	12.30	158.30
CODO 90° SOLDABLE RL SCH40 ASTM A234 GR.WPB	3 1/2"	2	und.	12.30	69.62
CODO 90° SOLDABLE RL SCH40 ASTM A234 GR.WPB	3"	5	und.	12.30	124.23
CODO 90° SOLDABLE RL SCH40 ASTM A234 GR.WPB	4"	41	und.	12.30	1,933.56
TRIMMED CODO 90° SOLDABLE RL SCH40 ASTM A234 GR.WPB (84.11)	4"	1	und.	12.30	44.03
TRIMMED CODO 45° SOLDABLE SCH40 ASTM A234 GR.WPB (15.00)	4"	2	und.	12.30	15.99
TRIMMED CODO 45° SOLDABLE SCH40 ASTM A234 GR.WPB (37.87)	4"	1	und.	12.30	20.17
CODO 90° ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	1 1/2"	12	und.	12.30	326.20
CODO 90° ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	2"	9	und.	12.30	273.43
CODO 45° ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	1 1/2"	2	und.	12.30	45.26
Tee					
TEE SOLDABLE SCH40 ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	2 1/2"	1	und.	12.30	24.11
TEE SOLDABLE SCH40 ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	3"	2	und.	12.30	71.09
TEE SOLDABLE SCH40 ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	4"	8	und.	12.30	496.55
Tapón Roscado					
TAPÓN ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105	1 1/2"	3	und.	12.30	25.83
TAPÓN ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105	2"	2	und.	12.30	26.08
Unión o Acople Universal					
UNION ROSCADA O ACOPLE UNIVERSAL ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	1 1/2"	14	und.	12.30	185.98
UNION ROSCADA O ACOPLE UNIVERSAL ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	2"	7	und.	12.30	151.54
O-Lets					
THRD-O-LET, THRD, 3000LB, ASTM A105	2"x1/4"	12	und.	12.30	7.38
THRD-O-LET, THRD, 3000LB, ASTM A105	4"x1/4"	2	und.	12.30	1.23

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

MONTAJE

Supervisión, Entrenamiento e Instalación del Sistema de GNS

Parámetro	Tamaño Ø	Cant.	Und.	Precio Unitario [S/.]	Precio Subtotal [S/.]
Reducción					
REDUCCIÓN CONCÉNTRICA SOLDABLE ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	2 1/2"x2"	6	und.	12.30	61.50
REDUCCIÓN CONCÉNTRICA SOLDABLE ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	3 1/2"x3"	2	und.	12.30	42.44
REDUCCIÓN CONCÉNTRICA SOLDABLE ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	3"x1 1/2"	1	und.	12.30	14.02
REDUCCIÓN CONCÉNTRICA SOLDABLE ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	3"x2 1/2"	3	und.	12.30	43.67
REDUCCIÓN CONCÉNTRICA SOLDABLE ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	3"x2"	5	und.	12.30	61.01
REDUCCIÓN CONCÉNTRICA SOLDABLE ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	4"x2 1/2"	2	und.	12.30	41.70
REDUCCIÓN CONCÉNTRICA SOLDABLE ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	4"x2"	2	und.	12.30	35.79
REDUCCIÓN CONCÉNTRICA SOLDABLE ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	4"x3 1/2"	2	und.	12.30	51.29
REDUCCIÓN CONCÉNTRICA SOLDABLE ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	4"x3"	2	und.	12.30	46.86
REDUCCIÓN CONCÉNTRICA SOLDABLE ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	5"x4"	4	und.	12.30	165.68
Bridas					
BRIDA WELDING NECK CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	2 1/2"	18	und.	12.30	1,004.30
BRIDA WELDING NECK CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	2"	6	und.	12.30	200.86
BRIDA WELDING NECK CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	3"	15	und.	12.30	941.44
BRIDA WELDING NECK CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	4"	36	und.	12.30	3,313.99
BRIDA WELDING NECK CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	5"	4	und.	12.30	468.63
BRIDA CIEGA CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	2 1/2"	3	und.	12.30	117.22
BRIDA CIEGA CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	3"	1	und.	12.30	50.18
BRIDA ROSCADA CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	2"	15	und.	12.30	418.45
Pernos, Tuercas, Arandelas y Empaquetaduras					
(8) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436	3/4"	3	und.	12.30	37.52

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

MONTAJE

Supervisión, Entrenamiento e Instalación del Sistema de GNS

Parámetro	Tamaño Ø	Cant.	Und.	Precio Unitario [S/.]	Precio Subtotal [S/.]
(4) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436	5/8"	21	und.	12.30	258.30
(4) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436	5/8"	18	und.	12.30	221.40
(4) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436	5/8"	5	und.	12.30	61.50
(4) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436	5/8"	5	und.	12.30	81.55
(8) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436	5/8"	5	und.	12.30	61.50
(8) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436	5/8"	14	und.	12.30	237.14
EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	2 1/2"	18	und.	6.56	118.08
EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	2"	21	und.	6.56	137.76
EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	3"	15	und.	6.56	98.40
EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	4"	33	und.	6.56	216.48
EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	5"	4	und.	6.56	26.24
Tuberías de HDPE	**[Ø]**	**[m]**			
TUBERÍA DE HDPE SDR11 PE100 ISO 4427	2"	9.655		7.83	75.62
TUBERÍA DE HDPE SDR11 PE100 ISO 4427	5"	90.814		11.20	1,017.48
Accesorios de HDPE por TERMOFUSIÓN					
Codos					
CODO 90° TF HDPE SDR11 PE100	2"	3	und.	2.87	2.24
CODO 90° TF HDPE SDR11 PE100	5"	5	und.	2.87	16.13
CODO 45° TF HDPE SDR11 PE100	5"	2	und.	2.87	3.70
TRIMMED TRAMO DE TUBERÍA CURVA 30D TF HDPE SDR11 PE100 (29.44)	5"	1	und.	2.87	21.61
TRIMMED TRAMO DE TUBERÍA CURVA 30D TF HDPE SDR11 PE100 (4.07)	5"	1	und.	2.87	2.98
TRIMMED TRAMO DE TUBERÍA CURVA 30D TF HDPE SDR11 PE100 (47.47)	5"	1	und.	2.87	34.84

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

MONTAJE Supervisión, Entrenamiento e Instalación del Sistema de GNS					
Parámetro	**Tamaño Ø**	**Cant.**	**Und.**	**Precio Unitario [S/.]**	**Precio Subtotal [S/.]**
Tee					
TEE HDPE TF SDR 11 PE100	5"	1	und.	2.87	4.56
Reducción					
REDUCCIÓN CONCÉNTRICA (Ø140XØ125) HDPE SDR11 PE100	5"x2"	1	und.	2.87	0.89
REDUCCIÓN CONCÉNTRICA (Ø140XØ125) HDPE SDR11 PE100	6"x5"	4	und.	2.87	5.85
Adaptador					
STUB END TF HDPE SDR11 PE100	2"	1	und.	2.87	2.87
STUB END (Ø140MM) TF HDPE SDR11 PE100	5"	4	und.	2.87	68.88
Bridas					
BRIDA LAP JOINT CLASE 150 FF ASTM A105 ANSI B16.5	2"	1	und.	2.87	6.51
BRIDA LAP JOINT (Ø140MM) CLASE 150 FF ASTM A105 ANSI B16.5	5"	3	und.	2.87	50.77
BRIDA LAP JOINT CLASE 150 FF ASTM A105 ANSI B16.5	5"	1	und.	2.87	16.93
Soportes				**[S/./kg]**	**13,561.78**
Soportes de Acero Comercial ASTM A36					
Soporte SOP-01		1	und.	4.92	1,428.52
Soporte SOP-02		26	und.	4.92	5,912.46
Soporte SOP-03		34	und.	4.92	2,030.78
Soporte SOP-04		2	und.	4.92	2,292.13
Soporte SOP-05		1	und.	4.92	56.73
Soporte SOP-06		77	und.	4.92	1,841.16
COSTO TOTAL DE MONTAJE				**[S/.]**	**215,865.25**

Fuente: (Elaboración propia)

5.5.3. Estimación de la Inversión para la Ejecución del Proyecto

En la Tabla 5.14 se muestra el resumen del costo de inversión total del proyecto, en donde se desglosan el costo subtotal para la Fase I y II.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 5.14

Estimación de la Inversión para la Ejecución del Proyecto

INVERSIÓN PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO			
Parámetro		**Und.**	**Cantidad**
FASE I: Sistema de Combustible GLP	**Costo Subtotal Neto**	**[S/.]**	**909,056.23**
Fabricación y Suministro de materiales, Equipos y otros		[S/.]	595,753.99
Montaje, Derechos de conexión y otros		[S/.]	313,302.24
FASE II: Sistema de Combustible GNS	**Costo Subtotal Neto**	**[S/.]**	**497,164.42**
Fabricación y Suministro de materiales, Equipos y otros		[S/.]	281,299.17
Montaje, Derechos de conexión y otros		[S/.]	215,865.25
COSTO TOTAL NETO		**[S/.]**	**1,406,220.65**
Utilidad de la Empresa Contratista		[%]	8.00
COSTO TOTAL BRUTO		**[S/.]**	**1,518,718.30**

Fuente: (Elaboración propia)

5.6. Tasa de Interés Efectivo Mensual

Tal como se menciona en los incisos 5.6.1, 5.6.2 y 5.6.2.1, se debe calcular la Tasa de Interés Efectivo Mensual, a partir de ser conocida la Tasa de Descuento Social para proyectos de Inversión Pública.

5.6.1. Tasa Social de Descuento (TSD)

La Tasa Social de Descuento representa el costo de oportunidad que incurre el país cuando utiliza recursos para financiar sus proyectos. La TSD transforma el valor actual de los flujos futuros de beneficios y costos de un proyecto en particular. La utilización de una única tasa de descuento permite la comparación del valor actual neto de los proyectos de inversión. (R.D. N°001-2019-EF/63.01, 2019)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Según la R.D. N°001-2019-EF/63.01 (2019), en su anexo 11 indica que la TSD se aplica hasta un horizonte de evaluación de 20 años sin variación alguna. La más reciente actualización de la TSD para el Perú se encuentra establecida en 8% al año 2017.

5.6.2. Tasa de Interés Efectivo (i)

El interés efectivo puede ser anual, semestral, trimestral o mensual. Es aquella tasa en la que se toma en cuenta la capitalización del interés (Blank & Tarquin, 2018).

5.6.2.1. Ecuación de la Tasa de Interés Efectivo Anual

El Interés Efectivo Anual "i" toma el valor de la Tasa Social de Descuento "TSD" que se define en el inciso 5.6.1.

$$i = TSD \tag{5.7}$$

Donde:

i: Tasa de Interés Efectivo Anual [%/año]

TSD: Tasa Social de Descuento [%/año]

5.6.3. Tasa de Interés Nominal (i_m)

Tasa de Interés Nominal es una tasa de interés que no considera la capitalización de intereses (Blank & Tarquin, 2018). Cuando se conoce el valor de la tasa de Interés Efectivo Anual y se pretende hallar el valor de la tasa de Interés Efectivo Mensual, inicialmente se debe determinar el valor del Interés Nominal Anual Capitalizable Mensualmente.

5.6.3.1. Ecuación de la Tasa de Interés Nominal Anual

El Interés Nominal Anual "j" se relaciona con el Interés Efectivo Anual "i", con el fin de encontrar el valor del interés anual que sea capitalizable mensualmente.

$$i = \left(1 + \frac{j}{m}\right)^{m} - 1 \tag{5.8}$$

Así mismo, despejando para "j", se tiene:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

$$j = \left((i+1)^{\frac{1}{m}} - 1\right) * m \qquad (5.9)$$

Donde:

i: Tasa de Interés Efectivo Anual [%/año]

j: Tasa de Interés Nominal Anual Capitalizable Mensualmente [%/año]

m: Cantidad de Flujos Mensuales, se toman 12 meses por año

5.6.3.2. Ecuación de la Tasa de Interés Efectivo Mensual

Una vez determinado el Interés Nominal Anual "j", se puede determinar el interés Efectivo por periodo que sería establecido como Interés Efectivo Mensual "i_m".

$$i_m = \frac{j}{12} \qquad (5.10)$$

Donde:

i_m: Interés Efectivo Mensual [%/mes]

5.6.4. Determinación de la Tasa de Interés Nominal (i_m)

En la Tabla 5.15 se muestran las Tasas de que resultan luego de aplicar las Ecuaciones (5.7), (5.9) y (5.10).

Tabla 5.15

Tasa de Interés Efectivo Mensual

Tasa de Interés Efectivo Mensual			
Parámetro	**Variable**	**Cantidad**	**Unidades**
Tasa Social de Descuento	TDS	8.00	[%/año]
Tasa de Interés Efectivo Anual	i	8.00	[%/año]
Interés Nominal Anual Capitalizable Mensualmente	j	7.7208	[%/año]
Tasa de Interés Efectiva Mensual	i_m	0.6434	[%/mes]

Fuente: (Elaboración propia)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

5.7. Valor Actual Neto (VAN)

El VAN del proyecto debe considerar los costos de inversión y el flujo diferencial producido por el ahorro de operación para un tiempo estimado de recuperación de la inversión, siempre debe ser mayor que 0, y debe ser calculado de acuerdo a la Ecuación (5.11).

5.7.1. Definición del VAN

Park (2009) explica que el Valor Actual Neto - VAN es también conocido como el Valor Presente Neto (VPN), y es una de las técnicas de Flujo de Efectivo Descontado (FED). Al desarrollar el criterio del VAN, se utiliza el concepto de equivalencia de flujos de efectivo, esto se refiere al acotado de las entradas y salidas a lo largo de la vida del proyecto; los cuales tienen el mismo valor cuando se aplica una tasa de interés adecuada, a pesar de que las cantidades, tiempo de los flujos de efectivo y patrones de flujo sean diferentes.

El método del valor presente es muy popular porque los gastos o los ingresos se transforman en unidades monetarias equivalentes del día de hoy; es decir, todos los flujos de efectivo futuros se convierten (descuentan) a cantidades del presente con una tasa de rendimiento específica, que es la TMAR. (Blank & Tarquin, 2018)

El punto más conveniente para calcular los valores equivalentes a menudo es el tiempo cero. De acuerdo con el criterio del Valor Presente (VP), el valor presente de todas las entradas de efectivo asociadas con un proyecto de inversión se compara con el valor presente de todas las salidas de efectivo asociadas con ese proyecto. La diferencia entre los valores presentes de estos flujos de efectivo, conocidos como Valor Presente Neto (VPN), determina si el proyecto es una inversión aceptable o no. Cuando se están considerando uno o dos proyectos, el análisis del VPN nos permite seleccionar el mejor proyecto mediante la comparación directa de las cifras de VPN. (Park, 2009)

Para tomar una decisión, el criterio es el siguiente:

- VAN > 0, se acepta la inversión.
- VAN = 0, permanecemos indiferentes.
- VAN < 0, se rechaza la inversión.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

5.7.2. Ecuación del Valor Actual Neto (VAN)

$$VAN = \sum_{n=0}^{N} \frac{A_n}{(1 + i_m)^n} \quad (5.11)$$

Donde:

VAN: Valor Actual Neto [S/.]

A_n: Flujo de Efectivo Neto al final del periodo

i_m: Tasa de Interés Efectiva Mensual

n: Vida de servicio del Proyecto

En la Tabla 5.16 se detallan los costos de operación con cada uno de los combustibles (DB5, GLP y GNS), así como el ahorro que se tiene cuando opera uno respecto del otro. Para obtener un flujo diferencial, se realiza la suma de los costos por cada periodo, en éste caso cada periodo es mensual. La inversión inicial sucede en el periodo 0; por otro lado, el VAN acumulado tiene un cambio de valor negativo a positivo cuando han transcurrido 36 meses (tiempo en el que se ha recuperado la inversión de la Fase I del proyecto). En adelante las ganancias se producen hasta el periodo 44, en el periodo 45 se realiza la inversión para la Fase II, la cual permite una recuperación total de la inversión hasta el periodo 50.

Tabla 5.16

Evaluación de Resultados por el Cambio de Combustibles al Año 2022

EVALUACIÓN DE RESULTADOS POR EL CAMBIO DE COMBUSTIBLES											
Mes			Inversión	Costo de Operación con DB5	Costo de Operación con GLP	Costo de Operación con GNS	Ahorro	Flujo Diferencial de Costos	VP por cada Periodo	VAN Acumulado	TIR (VAN=0)
mm	mm-aaaa	n	[S/.]	[S/.]	[S/.]	[S/.]	[S/.]	[S/.]	[S/.]	[S/.]	[S/.]
06	**Jun-2022**	**0**	**- 981 780.73**				**0.00**	**- 981 780.73**	**- 981 780.73**	**- 981 780.73**	**- 981 780.73**
07		1		94 577.49			0.00	0.00	0.00	- 981 780.73	0.00
08		2		94 577.49			0.00	0.00	0.00	- 981 780.73	0.00
09		3		94 577.49	61 541.71		33 035.78	33 035.78	32 406.24	- 949 374.48	31 048.87
10		4		94 577.49	61 541.71		33 035.78	33 035.78	32 199.07	- 917 175.41	30 413.48
11		5		94 577.49	61 541.71		33 035.78	33 035.78	31 993.23	- 885 182.18	29 791.10
12		6		94 577.49	61 541.71		33 035.78	33 035.78	31 788.70	- 853 393.48	29 181.45
01	**Ene-2023**	7		94 577.49	61 541.71		33 035.78	33 035.78	31 585.48	- 821 808.01	28 584.28
02		8		94 577.49	61 541.71		33 035.78	33 035.78	31 383.55	- 790 424.45	27 999.33
03		9		94 577.49	61 541.71		33 035.78	33 035.78	31 182.92	- 759 241.53	27 426.35
04		10		94 577.49	61 541.71		33 035.78	33 035.78	30 983.57	- 728 257.96	26 865.09
05		11		94 577.49	61 541.71		33 035.78	33 035.78	30 785.50	- 697 472.46	26 315.32
06	**Jun-2023**	**12**		**94 577.49**	**61 541.71**		**33 035.78**	**33 035.78**	**30 588.69**	**- 666 883.77**	**25 776.80**
07		13		94 577.49	61 541.71		33 035.78	33 035.78	30 393.14	- 636 490.63	25 249.30
08		14		94 577.49	61 541.71		33 035.78	33 035.78	30 198.84	- 606 291.79	24 732.60

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

EVALUACIÓN DE RESULTADOS POR EL CAMBIO DE COMBUSTIBLES

Mes			Inversión	Costo de Operación con DB5	Costo de Operación con GLP	Costo de Operación con GNS	Ahorro	Flujo Diferencial de Costos	VP por cada Periodo	VAN Acumulado	TIR (VAN=0)
mm	mm-aaaa	n	[S/.]	[S/.]	[S/.]	[S/.]	[S/.]	[S/.]	[S/.]	[S/.]	[S/.]
09		15		94 577.49	61 541.71		33 035.78	33 035.78	30 005.78	- 576 286.01	24 226.47
10		16		94 577.49	61 541.71		33 035.78	33 035.78	29 813.96	- 546 472.05	23 730.70
11		17		94 577.49	61 541.71		33 035.78	33 035.78	29 623.36	- 516 848.69	23 245.07
12		18		94 577.49	61 541.71		33 035.78	33 035.78	29 433.98	- 487 414.71	22 769.38
01	**Ene-2024**	19		94 577.49	61 541.71		33 035.78	33 035.78	29 245.81	- 458 168.90	22 303.43
02		20		94 577.49	61 541.71		33 035.78	33 035.78	29 058.85	- 429 110.06	21 847.01
03		21		94 577.49	61 541.71		33 035.78	33 035.78	28 873.08	- 400 236.98	21 399.93
04		22		94 577.49	61 541.71		33 035.78	33 035.78	28 688.49	- 371 548.49	20 962.00
05		23		94 577.49	61 541.71		33 035.78	33 035.78	28 505.09	- 343 043.39	20 533.03
06	**Jun-2024**	**24**		**94 577.49**	**61 541.71**		**33 035.78**	**33 035.78**	**28 322.86**	**- 314 720.53**	**20 112.84**
07		25		94 577.49	61 541.71		33 035.78	33 035.78	28 141.80	- 286 578.74	19 701.25
08		26		94 577.49	61 541.71		33 035.78	33 035.78	27 961.89	- 258 616.85	19 298.09
09		27		94 577.49	61 541.71		33 035.78	33 035.78	27 783.13	- 230 833.72	18 903.17
10		28		94 577.49	61 541.71		33 035.78	33 035.78	27 605.52	- 203 228.20	18 516.33
11		29		94 577.49	61 541.71		33 035.78	33 035.78	27 429.04	- 175 799.17	18 137.41
12		30		94 577.49	61 541.71		33 035.78	33 035.78	27 253.69	- 148 545.48	17 766.25
01	**Ene-2025**	31		94 577.49	61 541.71		33 035.78	33 035.78	27 079.46	- 121 466.03	17 402.68
02		32		94 577.49	61 541.71		33 035.78	33 035.78	26 906.34	- 94 559.69	17 046.55
03		33		94 577.49	61 541.71		33 035.78	33 035.78	26 734.33	- 67 825.36	16 697.71
04		34		94 577.49	61 541.71		33 035.78	33 035.78	26 563.42	- 41 261.94	16 356.00
05		35		94 577.49	61 541.71		33 035.78	33 035.78	26 393.60	- 14 868.34	16 021.29
06	**Jun-2025**	**36**		**94 577.49**	**61 541.71**		**33 035.78**	**33 035.78**	**26 224.87**	**11 356.54**	**15 693.43**
07		37		94 577.49	61 541.71		33 035.78	33 035.78	26 057.22	37 413.75	15 372.28
08		38		94 577.49	61 541.71		33 035.78	33 035.78	25 890.64	63 304.39	15 057.70
09		39		94 577.49	61 541.71		33 035.78	33 035.78	25 725.12	89 029.51	14 749.56
10		40		94 577.49	61 541.71		33 035.78	33 035.78	25 560.66	114 590.17	14 447.72
11		41		94 577.49	61 541.71		33 035.78	33 035.78	25 397.26	139 987.43	14 152.06
12		42		94 577.49	61 541.71		33 035.78	33 035.78	25 234.89	165 222.32	13 862.45
01	**Ene-2026**	43		94 577.49	61 541.71		33 035.78	33 035.78	25 073.57	190 295.89	13 578.77
02		44		94 577.49	61 541.71		33 035.78	33 035.78	24 913.28	215 209.17	13 300.90
03		45	**- 536 937.57**	94 577.49	61 541.71		33 035.78	- 503 901.79	- 377 578.12	- 162 368.94	- 198 729.58
04		46		94 577.49	61 541.71		33 035.78	33 035.78	24 595.76	- 137 773.18	12 762.08
05		47		94 577.49	61 541.71		33 035.78	33 035.78	24 438.52	- 113 334.66	12 500.92
06	**Jun-2026**	**48**		**94 577.49**		**30 238.93**	**64 338.56**	**64 338.56**	**47 290.76**	**- 66 043.90**	**23 847.84**
07		49		94 577.49		30 238.93	64 338.56	64 338.56	46 988.44	- 19 055.46	23 359.82
08		50		94 577.49		30 238.93	64 338.56	64 338.56	46 688.05	27 632.58	22 881.78
09		51		94 577.49		30 238.93	64 338.56	64 338.56	46 389.57	74 022.16	22 413.53
10		52		94 577.49		30 238.93	64 338.56	64 338.56	46 093.01	120 115.17	21 954.85
11		53		94 577.49		30 238.93	64 338.56	64 338.56	45 798.34	165 913.51	21 505.57
12		54		94 577.49		30 238.93	64 338.56	64 338.56	45 505.56	211 419.07	21 065.48
01	**Ene-2027**	55		94 577.49		30 238.93	64 338.56	64 338.56	45 214.65	256 633.72	20 634.39
02		56		94 577.49		30 238.93	64 338.56	64 338.56	44 925.59	301 559.31	20 212.13
03		57		94 577.49		30 238.93	64 338.56	64 338.56	44 638.39	346 197.70	19 798.50
04		58		94 577.49		30 238.93	64 338.56	64 338.56	44 353.02	390 550.72	19 393.35
05		59		94 577.49		30 238.93	64 338.56	64 338.56	44 069.48	434 620.19	18 996.48
06	**Jun-2027**	**60**		**94 577.49**		**30 238.93**	**64 338.56**	**64 338.56**	**43 787.74**	**478 407.94**	**18 607.73**
									478 407.94	**VAN=**	0.00
											(VAN=0)

Fuente: (Elaboración propia)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

5.8. Tasa Interna de Retorno

La TIR del proyecto, siempre debe ser mayor que la TMAR o TSD para que el proyecto sea aceptado por el inversionista, y debe ser calculado de acuerdo a la Ecuación (5.12).

5.8.1. Definición de la TIR

La tasa de rendimiento es la tasa de interés que hace que el valor presente o el valor anual de una serie de flujo de efectivo sea exactamente igual a cero (Blank & Tarquin, 2018).

Se usan muchos términos para referirse a la tasa de retorno, rendimiento, tasa interna de retorno y eficiencia marginal de capital, la cual se utiliza como una medida de la rentabilidad de un proyecto de inversión particular (Park, 2009).

El valor de la tasa de interés "i" que hace que las ecuaciones numéricas del VAN igualadas a cero sean correctas, se llama "i*". Es la raíz de la ecuación de la Tasa de Rendimiento (TR). Para determinar si es viable la serie de flujo de efectivo de la opción, se compara "i*" con la TMAR establecida. (Blank & Tarquin, 2018)

La nomenclatura de diversos libros proponen a la Tasa Interna de Rendimiento como "i*" o TIR, refiriéndose a lo mismo en todos los casos.

Para tomar una decisión, el criterio es el siguiente:

- TIR ≥ TMAR, se acepta el proyecto como económicamente viable.
- TIR = 0, permanecemos indiferentes.
- TIR < TMAR, el proyecto no es económicamente viable.

La tasa mínima atractiva de rendimiento (TMAR) es una tasa de retorno razonable para evaluar y elegir una opción. Un proyecto no es económicamente viable a menos que se espere un rendimiento mayor a una TMAR (Blank & Tarquin, 2018).

5.8.2. Ecuación de la Tasa Interna de Retorno (TIR)

$$0 = \sum_{n=0}^{N} \frac{A_n}{(1 + TIR)^n} \qquad (5.12)$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Donde:

TIR: Tasa Interna de Retorno o Rendimiento [%]

A_n: Flujo de Efectivo Neto al final del periodo

n: Vida de servicio del Proyecto

En la Tabla 5.17 se muestra el resumen de los periodos de tiempo de recuperación de la inversión de la Fase I y la Fase II del proyecto. Siendo que el tiempo total de análisis fue de 5 años, en donde los resultados fueron los esperados; ya que el sistema de combustible GLP entrará en operación durante 3.5 años (42 meses), y se obtiene la recuperación de la inversión de la Fase I a los 36 meses, generando ganancias hasta los 42 meses. Por otro lado, se estima que el sistema de combustible GNS entre en operación a partir del mes 48 en adelante; y la recuperación de la inversión de la Fase II sucede en el periodo 50, luego de 2 meses de ingresar en funcionamiento el sistema de combustible GNS. El valor del VAN es siempre positivo, y la TIR mayor a la TSD.

Tabla 5.17

Composición de GLP Propuesto por SOLGAS PRO al HRHD

PERIODOS DE TIEMPO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN						
Parámetro	**Periodo Neto**		**Periodo Acumulado**		**VAN**	**TIR**
	Meses	**Equivalente en Años**	**Meses**	**Equivalente en Años**	**[S/.]**	**[%]**
Sistema de Combustible GLP	42 Meses	3.50 Años	42 Meses	3.50 Años	165 222.32	16.63%
Sistema de Combustible GNS	09 Meses	0.75 Años	51 Meses	4.25 Años	74 022.16	12.08%
Ambos Sistemas de Combustible	-	-	60 Meses	5.00 Años	478 407.94	25.07%

Fuente: (Elaboración propia)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

CONCLUSIONES

1. Se desarrolló la ingeniería del proyecto de suministro de Gas Licuado de Petróleo (Fase I del proyecto) hasta Mayo del año 2026 en el Hospital Regional Honorio Delgado de Arequipa; para que en adelante, a partir de Junio del año 2026 el combustible principal sea el Gas Natural Seco (Fase II del proyecto), con el fin de reducir el costo de operación para la producción de vapor seco de las Calderas Pirotubulares de la Casa de Fuerza que actualmente operan con Diesel B5 S-50. Siendo que con el DB5 el costo de operación asciende a 94 577.49 S/. /mes, a comparación del GLP que tendrá un costo estimado de 61 541.71 S/. /mes, y sin embargo es posible reducirlo aún más con el uso de GNS que finalmente tendrá un costo estimado de 30 238.93 S/. /mes. En resumen, al realizar una comparación, el GLP respecto del DB5 representa un ahorro mensual del 35% y el GNS respecto del DB5 representa un ahorro mensual del 68%.

2. Se diseñó el sistema de combustible GLP para el funcionamiento de las Calderas Pirotubulares en Casa de Fuerza del HRHD, principalmente bajo la NTP 321.121 y la NTP 321.123 para Instalaciones Internas Comerciales de GLP, cuyo alcance corresponde a todas las redes de tuberías internas, especificaciones, distancias mínimas entre equipos, recomendaciones y buenas prácticas; la instalación de combustible GLP se diseñó para una autonomía de 10 días, por lo cual se consideran usar 05 tanques horizontales de 1000 galones cada uno, así como 03 vaporizadores de Fuego Directo con capacidades de 7.2 MMBTU/h y también 01 Decantador de 120 GPH para expulsar el aceite producto de la polimerización del GLP por su calentamiento.

3. Se diseñó la Instalación Interna Comercial del sistema de combustible GNS bajo la NTP 111.011, la cual contempla todos los requerimientos mínimos necesarios que se deben cumplir en los sistemas de combustible GNS; se realizó el diseño de las redes de tubería del sistema de combustible GNS para una potencia máxima de 150 BHP Nominal del equipo con mayor consumo y un factor de servicio de 1.40, para lo cual se emplearon tuberías de Acero Negro (STD, SCH40 y SCH80) y HDPE PE100 (SDR 11) para los diferentes tramos de tuberías que se indican en los planos.

4. Se elaboró 01 Libro de Cálculo en Ms. Excel para el diseño de diámetros de tuberías y caídas de presión de los sistemas de GLP y GNS, selección de equipos, registro de consumo real de combustible actual DB5 en el HRHD. Adicionalmente se elaboró 01 Libro de

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Cálculo en Ms. Excel para el Análisis Económico del Proyecto, en donde se incluyen los costos de operación, mantenimiento, el metrado y el presupuesto para la implementación de los sistemas de combustible GLP y GNS. Finalmente se elaboró 01 Libro de Cálculo en Ms. Excel en donde se implementó un estándar de codificación para planos y líneas de tuberías (spools) con la numeración correlativa de los planos y su breve descripción.

5. Se realizó la selección de Quemadores Mixtos Gas/Gasoil para 02 Calderas Pirotubulares de 50 BHP, 01 Caldera de 100 BHP y 01 Caldera de 150 BHP; cuyas potencias de los quemadores mixtos son de 756.29 kW, 1 512.58 kW y 2 268.87 kW respectivamente. Dichos quemadores mixtos tienen la capacidad de operar con ambos gases combustibles GLP y GNS; así como también pueden trabajar con combustible líquido Diesel B5 S-50. En el caso de los combustibles gaseosos, luego de haber consultado con el proveedor de los equipos, se confirma que es posible realizar el cambio de combustibles previa regulación y ajuste manual en el tren de válvulas de gas en el ingreso al quemador; y aplicando el índice de Wobbe para la intercambiabilidad de gases combustibles es posible suministrar mezclas de Aire Propanado con el mismo I.W. del GNS.

6. Se realizó el Análisis Económico del proyecto, así como la cotización de quemadores, equipos, servicios, tuberías, válvulas, accesorios, soportes y otros materiales necesarios para la ejecución del proyecto; luego de realizar el análisis con la Tasa de Descuento Social del 8%, se obtiene un escenario favorable, con un monto de inversión total de S/. 1 518 718.30, siendo recuperable en un periodo de tiempo de 5 Años con un VAN de S/. 478 407.94 y una TIR de 25.07%. El costo de inversión para implementar el sistema de GLP representa el 65% del costo total, la implementación del sistema de GNS es del 35%.

7. Se elaboraron los planos del proyecto: Generales, Isométricos y de Detalle para la distribución e instalación de las líneas de tubería de los nuevos sistemas de combustible GLP y GNS. Para la elaboración de los planos se optó por seguir un procedimiento que parte de realizar un levantamiento topográfico de las zonas por las cuales atraviesan las líneas de tubería, posteriormente realizar un ruteo de las líneas de servicio de GLP y GNS; finalmente se codificaron las líneas de tubería y los planos para tener un mayor orden en la emisión de documentos. En total se han generado 114 planos, de los cuales 02 planos presentan una vista general del proyecto; 57 planos de la Fase I que corresponde al sistema de combustible GLP y 55 planos de la Fase II que corresponde al sistema de combustible GNS.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

RECOMENDACIONES Y SUGERENCIAS

1. Cuando el suministro de GNS sea el combustible principal en el Hospital Regional Honorio Delgado, el combustible GLP puede ser utilizado como reserva, así como el DB5; sin embargo el GLP puede ser intercambiable con el GNS cuando se aplica el mismo Índice de Wobbe para una Mezcla de Aire Propanado en las proporciones adecuadas. Esto se logra implementando un Equipo Mezclador o Mixer en la línea de combustible GLP a través de un by pass que conecte a la línea de GNS cuando haya un eventual corte de suministro.

2. Se deben contar con todos los equipos necesarios que son descritos en la presente tesis. Todos los equipos, accesorios, materiales y otros, deben ser nuevos y de marcas reconocidas que se encuentren fabricados bajo estándares internacionales.

3. La empresa contratista, constructora y ganadora de la licitación, debe asegurar que los equipos que serán suministrados deben ser nuevos y de calidad, que aseguren la ergonomía del personal técnico que operarán estos equipos. La ergonomía debe garantizar una baja emisión de ruido a la exposición del personal que trabaja en Casa de Fuerza, así como las posturas de trabajo en los operarios, así como las guardas y sistemas de bloqueo y aislamiento (mecánico, eléctrico, etc.) necesarios en los trabajos de mantenimiento.

4. El personal técnico encargado de operar los nuevos sistemas de combustible de GLP y GNS debe recibir un entrenamiento de manera directa por parte de la contratista y proveedores.

5. Se debe contar con un plan de mantenimiento mensual y anual para los sistemas de combustible de la Casa de Fuerza del HRHD, así como se debe contar con el stock necesario de repuestos y materiales necesarios para el mantenimiento correctivo y preventivo de los sistemas de combustible.

6. Se debe realizar el monitoreo mensual de la Eficiencia de las Calderas Pirotubulares de Casa de Fuerza del HRHD realizando la medición de los gases de combustión, para que de acuerdo a los resultados se realice la regulación de la relación de aire/combustible. Se debe contar con un equipo propio Analizador de Gases de Combustión y la capacitación del personal de Casa de Fuerza para su correcta utilización.

7. Se debe implementar la señalización de accesos y zonas de seguridad, codificación de equipos y pintado de tuberías con los colores correctos para su identificación.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

REFERENCIAS

Aguilar Bardales, J. A. (2007). *Factibilidad de Instalación de una Planta de Generación Distribuida con Gas Natural en el Hospital María Auxiliadora*. *Tesis.*

Albujar Escudero, M. G., & Capcha Soto, R. S. (2011). *Análisis de la Conversión de un Quemador de Petróleo Industrial N° 6 a Gas Natural para Reducir Costos de la Reconversión de Caldera en VOPAK SERLIPSA*. *Tesis.*

Algas SDI. (n.d.). *FILTRAIRE TM. Contaminant Separator*. *Catálogo.*

Algas SDI. (2001). *Vaporaire. Venturi LPG/Air mixer; Models V7.0 - V250.0*. *Catálogo.*

Algas SDI. (2012). *DF Series TM. Vaporizador de Fuego Directo*. *Catálogo.*

Arroyo Chalco, V. (2005). *Beneficios de la conversión a Gas Natural en Calderas de Vapor* (pp. 1–4).

Blank, L., & Tarquin, A. (2018). *Ingeniería Económica* (McGraw-Hill (ed.); 8va Ed.).

Boles, M. A., Çengel, Y. A., & Kanoğlu, M. (2019). *Termodinámica*.

Borras Brucart, E. (1987). *Gas Natural. Características, distribución y aplicaciones industriales.*

Castillo Neira, P. (2003). *Combustión Industrial del Gas Natural*.

CEPSA ELF GAS S.A. (2001). *Manual de Instalaciones de GLP*.

Chavez Ñahuinripa, A. (2005). *Proyecto de Conversión Industrial al Consumo de Gas Natural en una Planta Textil*. 1–234. *Tesis.*

Chávez Ordoñez, R. A. (2017). *Diseño de las Instalaciones y Redes Internas de Gas Natural en una Planta Industrial de Cochinilla en la Ciudad de Arequipa*. *Tesis.*

Comunidad de Madrid. (2002). *El Gas Natural. El Recorrido de la Energía*. 4.

Comunidad de Madrid. (2012). *Guía Básica de Calderas Industriales Eficientes*.

Diaz Marcos, D. E. (2018). *Modificación del Sistema de Combustión de Calderas*

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Pirotubulares de 300 y 600 BHP de quemar Petróleo Residual a Gas Licuado de Petróleo para disminuir la Contaminación Ambiental. Tesis.

Ediciones J. A. Ragas Miranda. (2011). *Termodinámica. Tablas y Diagramas*.

Emerson. (2017). *KUNKLE Series 6000 Safety Valves*. *Catálogo.*

Espinoza Quiñones, L. (2000). *Camisea : Impacto en el Sector Energético.*

EsSalud. (2008). *Uso de la Tecnología del Gas en Centros Asistenciales de EsSalud*.

Gas Natural de Lima y Callao. (n.d.). *¿Cuál es la Composición Química del Gas Natural?* https://www.calidda.com.pe/gas-natural/que-es-gas-natural#seccion

Gas Natural de Lima y Callao. (2004). *Estudio de Diseño de Redes*.

Gas Natural SDG S.A. (n.d.). *Manual de Instalaciones Receptoras*.

HAMEK Ingenieros Asociados S.A.C, & DUKE ENERGY EGENOR. (2011). *Estudio de Determinación de la Potencia Efectiva y Rendimiento en la Central Térmica de Chiclayo*.

Haro Quincho, S., & Osinergmin. (2014). *La Revista del Gas Natural. Optimización de la eficiencia de Recuperación del LGN de la Planta de Procesamiento de Gas Natural Pariñas. 5*, 46.

Hospital Nacional Arzobispo Loayza. (2018). *Hospital Loayza Implementó Sistema de Gas Natural*. Facebook. https://www.facebook.com/hospitalloayza/posts/1778410515552041

Huamani Aquima, F. (2016). *Diseño de las Instalaciones Térmicas con Combustible Dual en el Hospital Central del Distrito de Majes*. *Tesis.*

Itrón. (2013). *CORUS - Conversor Electrónico de Volúmen de Gas*.

Kohan, A. L. (2000). *Manual de Calderas. Principios operativos de mantenimiento, construcción, instalación, reparación, seguridad, requerimientos y normativas.*

Limagas. (2018). *Hoja de Datos de Seguridad (MSDS) del GLP*. 1–8.

Lopez Marcos, N. L. (2011). *Estudio Técnico Económico de la Sustitución de Combustibles Líquidos por Gas Natural*. *Tesis.*

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

López Medina, M. (2016). *Diseño de un Sistema de GLP para la Mejora de Indicadores Energéticos en la Caldera Pirotubular de 70 BHP del Hospital Regional "Eleazar Guzmán Barrón". Tesis.*

Márquez, M. (2005). *Combustión y Quemadores* (Vol. 148).

Mendoza Alegre, J. A., & Osinergmin. (2014). *La Revista del Gas Natural. Regasificación: Última Etapa de la Cadena del Gas Natural*. *5*, 29.

Meza, J. I., & Huertas, J. I. (2013). *Evaluación del Rendimiento de Calderas Convertidas a Gas Natural* (pp. 1–5).

NTP 111.011. (2014). *Gas Natural Seco. Sistema de tuberías para instalaciones internas residenciales y comerciales.* (pp. 1–67).

NTP 111.023. (2008). *Gas Natural Seco. Evacuación de los productos de la combustión generados por los artefactos a gas natural.* (pp. 1–87).

NTP 321.007. (2002). *Gas Licuado de Petróleo (GLP). Requisitos.* (pp. 1–14).

NTP 321.120. (2007). *Presiones de Operación Admisibles para Instalaciones Internas de Gas Licuado de Petróleo.* (pp. 1–6).

NTP 321.121. (2008). *Instalaciones Internas de GLP para Consumidores Directos y Redes de Distribución* (pp. 1–58).

NTP 321.123. (2012). *Norma Técnica Peruana Gas Licuado De Petróleo. Instalaciones para Consumidores Directos y Redes de Distribución 321.123* (pp. 1–123).

Osinergmin - GART. (2015). *El Gas Natural y sus Diferencias con el GLP*.

Pardo, J. C. (2014). *Gas Natural Fenosa Concesión Suroeste Perú*. https://www.osinergmin.gob.pe/newweb/uploads/Publico/OficinaComunicaciones/EventosRealizados/ForoMoquegua/1/Gas Natural Fenosa consesion suroeste Peru.pdf

Park, C. S. (2009). *Fundamentos de Ingeniería Económica* (Pearson Educación (ed.); 2da Ed.).

PETROPERÚ. (2019). *Ficha de Datos de Seguridad. Diesel B5.* (pp. 1–8).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Pietro Fiorentini. (n.d.). *Fiorentini Series C - Rotary Meter*. *Catálogo.*

Pietro Fiorentini. (2000). *Ball Valves*. *Catálogo.*

Pietro Fiorentini. (2012). *Pressure Regulators - Dival 700*. *Catálogo.*

Pietro Fiorentini. (2013). *Butterfly Valves*. *Catálogo.*

Primax S.A. (2006). *Hoja de Datos de Seguridad. Diesel 2.* (pp. 1–6).

R.D. N°001-2019-EF/63.01. (2019). Directiva General del Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones. In *Ministerio de Economía y Finanzas*.

Refinería La Pampilla S.A. (2007). *Ficha de Datos de Seguridad. Petróleo Diesel Nº 2.* (pp. 1–6).

REPSOL. (2016a). *Ficha de datos de seguridad. Diesel B5 (DB5 S-50). Rev. 3.1*, 1–13. https://www.repsol.pe/imagenes/repsolporpe/es/DieseB5S50_tcm76-83277.pdf

REPSOL. (2016b). *Ficha de Datos de Seguridad. Gas Licuado de Petróleo*. 1–13.

RNE EM 040. (2018). *Norma Técnica de Edificación. Instalaciones de Gas.*

Ruiz Caro Reyes, M. (2019). *El Gas de Camisea. Su Historia, su Realidad y las Perspectivas para el Sur Andino.* (pp. 1–114). https://doi.org/10.15381/idata.v4i2.6774

Shell. (1995). *Perú – Camisea Feasibility Study*.

SOLGAS PRO. (2019). *Instalación de Sistema de Almacenamiento y Suministro de Gas Licuado (GL)* (pp. 1–11).

Tamayo, J., Salvador, J., Vásquez, A., García, R., & Osinergmin. (2014). *La Industria del Gas Natural. A diez años del Proyecto Camisea.* (pp. 1–137).

Tormene Americana S.A. (2008). *Filtros a Cartucho*. *Catálogo.*

Weishaupt Monarch. (2015a). *Producto. WM 10 para gasóleo, gas y mixtos. Catálogo.*

Weishaupt Monarch. (2015b). *Producto. WM 20 para gasóleo, gas y mixtos. Catálogo.*

Weishaupt Monarch. (2015c). *Producto. WM 30 para gasóleo, gas y mixtos. Catálogo.*

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXOS

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

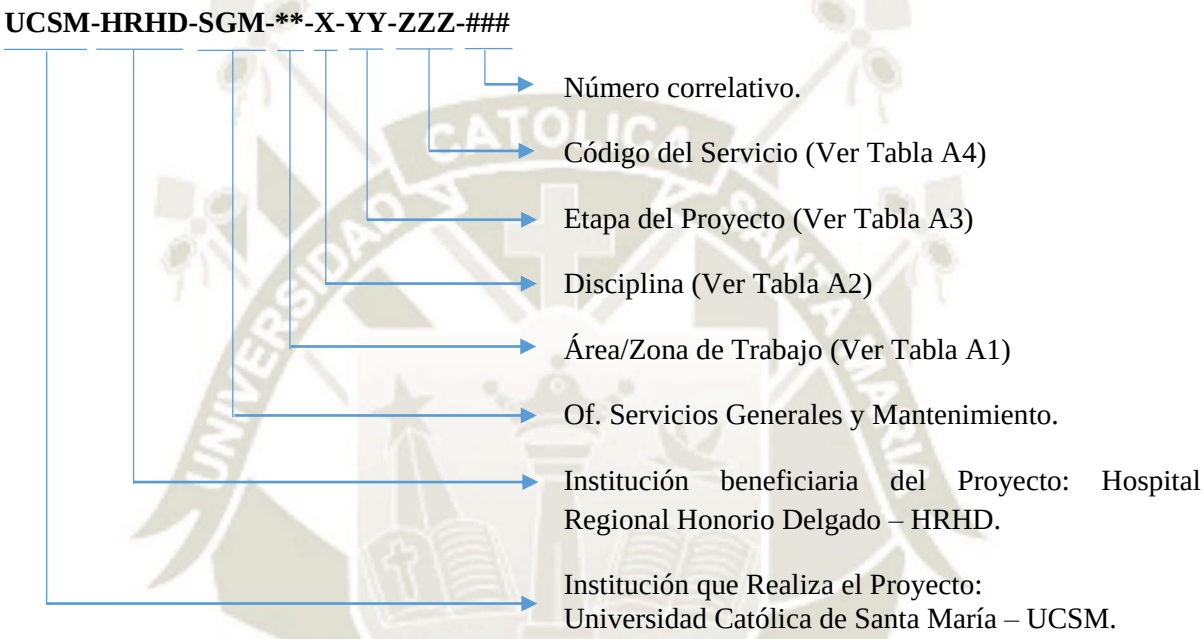
Anexo 1

Manual de Codificación de Planos y Líneas de Tubería

A continuación se detalla la forma adecuada de codificación de planos y líneas de tuberías para la presente de tesis, elaborado para optar por el Título de Ingeniero Mecánico, con el fin de mantener un orden en la emisión y registro de documentos.

- ✓ **Consideraciones Para Codificación De Planos.**

Se detalla a continuación las consideraciones para codificar los planos:



En la Tabla A1 se indican las áreas que atraviesan las líneas de tubería de GLP y GNS, por lo tanto se definen para lograr un orden.

Tabla A1: Área/Zona

CF	Casa de Fuerza
Z1	Zona 1
Zn	Zona “n” (n=1, 2, 3, 4, …)
ZV	Varias Zonas
S1	Sector 1
Sn	Sector “n” (n=1, 2, 3, 4, …)
SV	Varios Sectores

Fuente: (Elaboración propia)

En la Tabla A2 se mencionan algunas de las disciplinas que se desarrollan a lo largo de la tesis y son plasmadas en los planos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla A2: Disciplina	
G	General
C	Civil
E	Electricidad
I	Instrumentación
M	Mecánica

Fuente: (Elaboración propia)

En la Tabla A3 se especifican las etapas en las que se encuentra el proyecto, dados los planos finales, se indica que hubo un trabajo previo en donde se realizó progresivamente el diseño, desde la ingeniería básica hasta la construcción.

Tabla A3: Etapa del Proyecto	
SK	Sketch
BA	Ingeniería Básica
DA	Ingeniería de Detalle
CO	Construcción

Fuente: (Elaboración propia)

En la Tabla A4 se mencionan los nuevos servicios que serán implementados en el Hospital Regional Honorio Delgado.

Tabla A4: Código del Servicio	
GLP	Gas Licuado de Petróleo
GNS	Gas Natural Seco
PRY	Todo el Proyecto

Fuente: (Elaboración propia)

Por Ejemplo, Si tenemos el siguiente código de Plano:

UCSM-HRHD-SGM-CF-M-BA-GLP-004

Representa un plano que fue generado por la Universidad Católica de Santa María para el Hospital Regional Honorio Delgado, cuya oficina competente es Servicios Generales y Mantenimiento. El desarrollo del plano contiene información respecto al área de Casa de Fuerza, correspondiente a la disciplina Mecánica, se encuentra en etapa de Ingeniería Básica del servicio de Gas Licuado de Petróleo. El número de plano correspondiente es 004.

- ✓ **Consideraciones para Codificación de Líneas de Tuberías:**

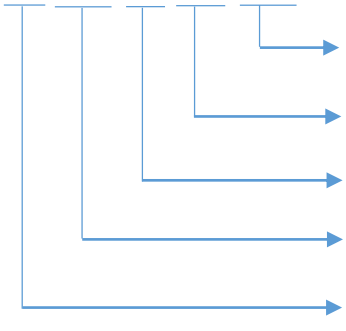
Se detalla a continuación las consideraciones para codificar las líneas de tuberías:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

AA-BBB-CC-DD"-EEE-x



Nota: En donde "x" es el correlativo de los Spools que conforman cada tramo de línea de tubería, en caso sea necesario realizar divisiones.

En la Tabla A5 se mencionan algunos de los materiales que son utilizados bajo las especificaciones de las Normas Técnicas Peruanas, en las instalaciones de GLP y GNS.

Tabla A5: Clase de Material

CU	Cobre
CS	Acero al Carbono
GS	Acero al Carbono Galvanizado
PE	Polietileno de Alta Densidad

Por ejemplo, Si tenemos el siguiente código de Línea de Tubería:

S1-002-CS-2 1/2"-GNS

Representa una línea de tubería del Sector 1, le corresponde el número correlativo 002. El material base de la tubería es Acero al Carbono cuyo diámetro nominal es de 2–1/2" del servicio de Gas Natural Seco.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Anexo 2

Consideraciones para la Selección de Quemadores Weishaupt Monarch

Gas natural, potencia para cabeza de combustión
Cerrada
Abierta

Gas licuado, potencia para cabeza de combustión
Cerrada
Abierta

Gasóleo, potencia para cabeza de combustión
Cerrada
Abierta

Roscada		Embridada	
R3/4	W-MF507	DN65	DMV5065/12
R1	W-MF512	DN80	DMV5080/12
R1 1/2	W-MF512	DN100	DMV5100/12
R2	DMV525/12		

Los campos de trabajo están probados según UNE EN 267 y UNE EN 676.

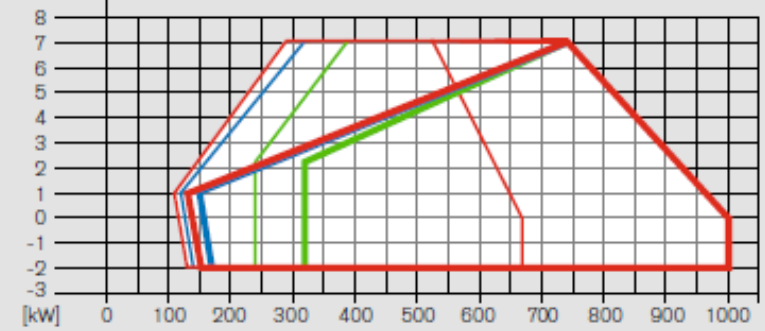
Los datos de potencia se refieren a una altitud de colocacion de 0 m. En función de la altitud de colocación se debe tener en cuenta una reducción de la potencia de aprox. 1 % por cada 100 m sobre el nivel del mar.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Anexo 3

Quemador Mixto Weishaupt Monarch WM-GL10/3-A ZM-T R1.1/2”



WM-GL10/3-A, ej. ZM (T / R)

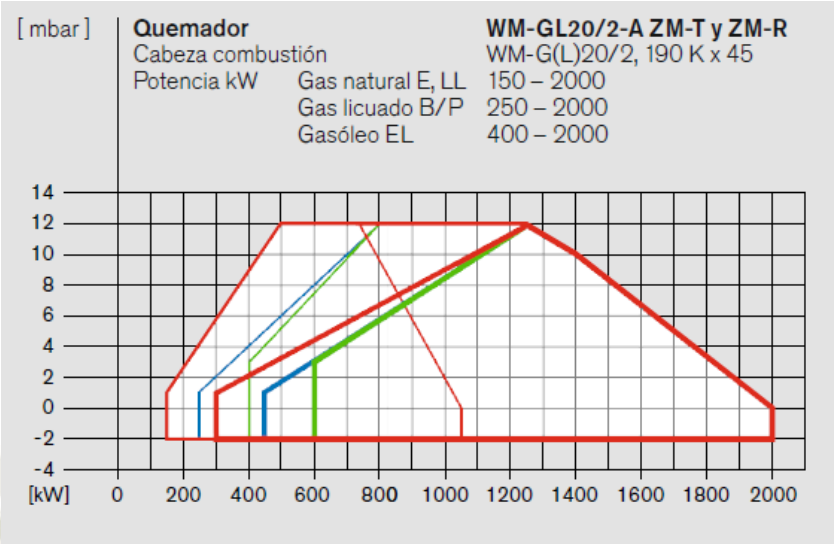
Potencia quemador kW	Alimentación a baja presión (con FRS) (presión flujo en mbar delante de la llave, p_u máx. = 300 mbar) Diámetro nominal rampa 3/4" 1" 1½" 2" 65 80 100							Alimentación a alta presión (con regulador AP) (presión flujo en mbar delante válvula doble gas) Diámetro nominal rampa 3/4" 1" 1½" 2" 65 80 100						
	Diámetro nominal clapeta gas 50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Gas natural E (N) PCI = 10,35 kWh/mn³; d = 0,606; W_i = 13,295 kWh/mn³														
500	73	31	14	8	–	–	–	24	10	8	4	–	–	–
550	88	37	17	10	–	–	–	29	12	9	5	–	–	–
600	104	44	19	11	9	–	–	34	14	11	6	5	–	–
650	121	51	22	12	10	9	8	40	16	12	7	6	6	5
700	140	58	25	13	10	9	9	46	19	14	8	7	6	6
750	160	66	28	15	11	10	9	53	21	16	9	7	7	7
800	182	75	32	16	12	11	10	60	24	18	10	8	8	7
850	205	84	35	18	13	12	11	67	26	20	11	9	8	8
900	229	93	39	19	14	13	12	75	29	22	12	10	9	9
950	255	103	42	21	16	13	12	84	32	25	13	11	10	9
1000	282	114	46	23	17	14	13	92	36	27	14	11	11	10
Gas natural LL (N) PCI = 8,83 kWh/mn³; d = 0,641; W_i = 11,029 kWh/mn³														
500	105	44	19	11	8	–	–	34	14	11	6	5	–	–
550	126	52	23	12	10	9	–	41	17	13	7	6	6	–
600	149	62	26	14	11	10	9	49	20	15	8	7	6	6
650	175	72	30	16	12	11	10	58	23	17	9	8	7	7
700	202	82	35	18	13	12	11	67	26	20	11	9	8	8
750	231	94	39	20	15	13	12	76	30	23	12	10	9	9
800	262	106	44	22	16	14	13	86	34	25	13	11	10	10
850	296	119	49	24	17	15	14	97	37	28	15	12	11	11
900	–	133	54	26	19	16	15	108	42	31	16	13	12	12
950	–	148	60	28	20	17	16	120	46	35	18	14	13	12
1000	–	163	65	31	22	18	17	133	51	38	19	15	14	13
Gas licuado* (F) PCI=25,89 kWh/mn³; d = 1,555; W_i = 20,762 kWh/mn³														
500	33	16	9	–	–	–	–	12	6	5	–	–	–	–
550	40	19	11	–	–	–	–	14	7	6	–	–	–	–
600	47	22	12	8	–	–	–	17	8	7	5	–	–	–
650	54	25	13	9	8	–	–	19	9	8	6	5	–	–
700	62	29	15	10	9	9	8	22	11	9	6	6	6	6
750	71	32	17	11	10	9	9	25	12	10	7	7	6	6
800	80	36	18	12	10	10	10	29	14	11	8	7	7	7
850	90	40	20	13	11	11	10	32	15	13	9	8	8	8
900	100	44	22	14	12	11	11	35	17	14	9	9	8	8
950	111	49	24	15	13	12	11	39	18	15	10	9	9	9
1000	122	53	26	16	14	13	12	43	20	16	11	10	10	9

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Anexo 4

Quemador Mixto Weishaupt Monarch WM-GL20/2-A ZM-T R2"



WM-GL20/2-A, ej. ZM-T y ZM-R

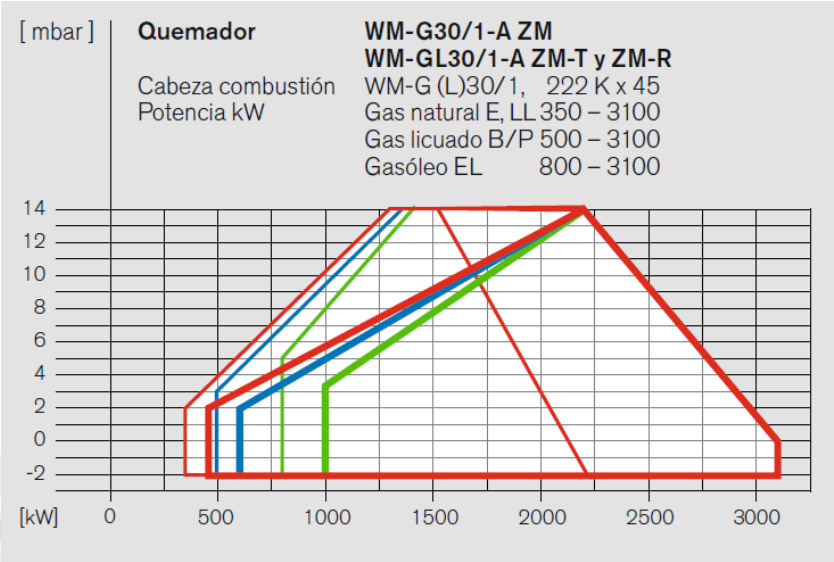
Potencia quemador kW	Alimentación a baja presión (con FRS) (presión flujo en mbar delante de la llave, p_e máx. = 300 mbar) Diámetro nominal rampa							Alimentación a alta presión (con regulador AP) (presión flujo en mbar delante válvula doble gas) Diámetro nominal rampa						
	1"	1 ½"	2"	65	80	100	125	1"	1 ½"	2"	65	80	100	125
	Diámetro nominal clapeta gas							Diámetro nominal clapeta gas						
	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65
Gas natural E (N) PCI = 10,35 kWh/mn³; d = 0,606														
500	29	12	-	-	-	-	-	7	5	-	-	-	-	-
700	56	23	11	-	-	-	-	16	12	5	-	-	-	-
900	90	36	17	12	10	9	9	27	20	9	7	6	6	6
1100	133	52	23	16	13	12	11	39	29	13	10	9	8	8
1300	183	69	29	19	15	13	12	53	38	16	12	10	9	9
1500	240	89	35	22	17	14	13	68	48	19	13	11	10	10
1750	-	118	45	26	19	15	14	89	63	23	15	13	11	10
2000	-	150	55	31	22	16	15	114	80	28	17	14	12	11
Gas natural LL (N) PCI = 8,83 kWh/mn³; d = 0,641														
500	41	16	-	-	-	-	-	11	8	-	-	-	-	-
700	79	31	14	10	-	-	-	22	16	7	5	-	-	-
900	129	49	21	14	12	10	10	37	27	12	9	8	7	7
1100	190	72	30	19	15	13	12	55	39	17	12	11	10	9
1300	262	97	38	24	18	15	14	74	53	21	14	12	11	11
1500	-	126	48	28	21	16	15	96	68	25	17	14	12	12
1750	-	168	62	35	24	19	17	128	89	32	20	16	14	13
2000	-	215	77	42	28	21	19	-	114	39	23	19	15	15
Gas licuado* (F) PCI = 25,89 kWh/mn³; d = 1,555														
500	15	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-
700	25	12	-	-	-	-	-	8	6	-	-	-	-	-
900	41	18	10	8	-	-	-	13	10	6	5	-	-	-
1100	59	26	14	11	10	9	9	19	15	9	7	7	7	6
1300	80	33	17	12	11	10	10	25	19	10	8	7	7	7
1500	103	41	19	14	11	10	10	31	23	11	9	8	7	7
1750	137	53	23	15	12	11	10	40	29	13	9	8	8	7
2000	177	66	27	17	13	11	11	50	36	15	10	9	8	8

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Anexo 5

Quemador Mixto Weishaupt Monarch WM-GL30/1-A ZM-T DN65



WM-G(L)30/1-A, ej. ZM-T y ZM-R

Potencia quemador kW	Alimentación a baja presión (con FRS) (presión flujo en mbar delante de la llave, p_e máx. = 300 mbar) Diámetro nominal rampa 1"	1 ½"	2"	65	80	100	125	Alimentación a alta presión (con regulador AP) (presión flujo en mbar delante válvula doble gas) Diámetro nominal rampa 1"	1 ½"	2"	65	80	100	125
	Diámetro nominal clapeta de gas 80	80	80	80	80	80	80	Diámetro nominal clapeta de gas 80	80	80	80	80	80	80
Gas natural E (N) PCI = 10,35 kWh/mn³; d = 0,606														
1350	195	72	29	18	14	11	11	55	39	15	10	9	8	8
1550	256	94	37	22	17	14	13	71	51	20	13	11	10	10
1750	–	119	46	27	20	16	15	90	64	24	16	14	12	12
2000	–	153	58	34	24	19	18	117	82	31	20	17	15	14
2250	–	191	70	40	28	22	19	–	102	37	23	19	16	16
2500	–	233	84	47	32	24	22	–	124	43	27	22	18	17
2800	–	290	103	56	37	27	24	–	–	52	31	25	21	20
3100	–	–	123	65	43	31	27	–	–	62	36	28	23	22
Gas natural LL (N) PCI = 8,83 kWh/mn³; d = 0,641														
1350	280	102	39	23	17	13	12	77	54	20	13	11	9	9
1550	–	133	50	29	20	16	15	101	71	26	16	14	12	11
1750	–	168	62	35	25	19	17	128	89	32	20	17	14	13
2000	–	217	79	44	30	23	20	–	116	41	25	20	17	16
2250	–	272	97	53	35	26	23	–	–	49	30	24	20	19
2500	–	–	117	62	41	29	26	–	–	59	35	27	22	21
2800	–	–	144	75	48	34	29	–	–	71	41	32	25	24
3100	–	–	173	89	56	38	33	–	–	85	48	36	29	27
Gas licuado* (F) PCI = 25,89 kWh/mn³; d = 1,555														
1350	84	34	16	11	10	9	8	25	18	9	7	6	6	6
1550	110	43	20	14	12	10	10	33	24	11	9	8	7	7
1750	138	54	24	16	14	12	11	41	30	14	11	9	9	9
2000	179	69	30	20	16	14	13	53	38	17	13	12	11	10
2250	225	85	36	23	18	16	15	65	47	21	15	13	12	12
2500	276	103	42	27	21	17	16	79	57	24	17	15	14	13
2800	–	127	50	31	23	19	18	97	70	28	20	17	15	15
3100	–	153	59	36	26	21	20	118	84	33	22	19	17	16

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Anexo 6

Ficha Técnica de Vaporizador Directo para GLP Algas SDI - Selección de Vaporizador

Especificaciones del Vaporizador DF Series™

Tipo de Vaporización:	Fuego Directo / Flujo de Paso							
Información Eléctrica:	No requiere electricidad							
Número de Modelo:	**40/40**	**80/40**	**120/60**	**160H**	**320H**	**480H**	**640H**	**800H**
[1]Presión de Diseño	← 290 PSIG / 20.0 Barg →							
Conf. de Válvula de Alivio	← 250 PSIG / 17.2 Barg →							
Presión Hidrostática	← 435 PSIG / 29.9 Barg →							
Aprobaciones del Vaporizador:								
ASME, UL *(Estados Unidos y Canadá)*	'	'	'	'	'	'	'	'
CE, PED (DNV)	'	'	'					
Entrada de Líquido (FNPT)	¾"	¾"	¾"	¾"	2"	2"	2"	2"
Salida de Líquido (FNPT)	1"	1"	1"	1"	2"	2"	2"	2"
Capacidad de Vaporización:								
Kg/h	80	160	240	320	640	960	1280	1535
[Nominal] [2]US Gal/h	40	80	120	160	320	480	640	800
MMBTU/h	3.6	7.2	10.9	14.6	29.1	43.7	58.2	72.8
Salida del Quemador:								
(,000) Kcal/h	13.0	25.9	38.8	45.4	90.8	136.2	181.6	227.6
(,000) BTU/h	51.3	102.7	154.1	180.0	360.0	540.0	720.0	900.0
Encendido del Quemador:	El encendido de 9V CD es estándar en todas las unidades							
Peso de Embarque:	155 libras 71 Kg	220 libras 100 Kg	275 libras 125 Kg	405 libras 184 Kg	810 libras 368 Kg	1215 libras 552 Kg	1620 libras 736 Kg	2025 libras 920 Kg
Dimensiones de Embarque:								
Longitud	21" 534 mm	21" 534 mm	21" 534 mm	36" 915 mm	43" 1092 mm	43" 1092 mm	86" 2184 mm	43" 1092 mm
Ancho	22" 559 mm	35" 889 mm	35" 889 mm	36" 915 mm	48" 1219 mm	68" 1727 mm	39" 991 mm	108" 2743 mm
Altura	42" 1067 mm	42" 1067 mm	52" 1321 mm	68" 1727 mm	72" 1829 mm	72" 1827 mm	72" 1829 mm	76" 1931 mm

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

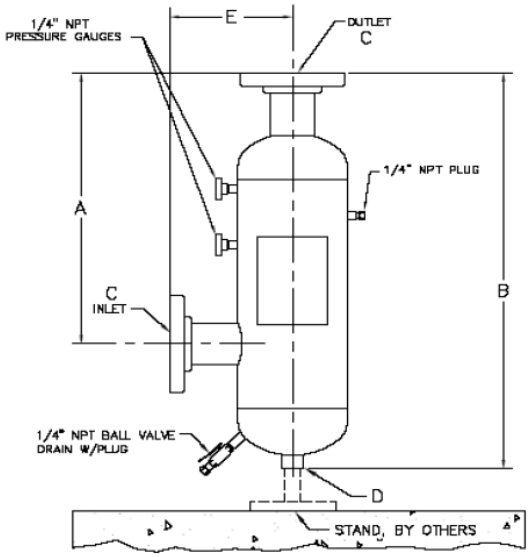
REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Anexo 7

Ficha Técnica de Decantador para GLP Algas SDI - Selección de Decantador

Model	*Nominal Flow Rate GPH
F0.5	20
F3	26
F4	102
F6	230
F8	405
F10	635
F12	920
F14	1250
F16	1630
F20	2550
F24	3670
F30	5735



Model	F3	F4	F6	F8	F10	F12	F14	F16	F20	F24	F30
A	17"	19"	20 ½"	23"	25"	27"	33"	35"	43 1/4"	43 1/2"	43 1/2"
B	24"	27 1/2"	30 1/4"	33 1/2"	37 1/2"	41 1/4"	48 3/4"	51 3/4"	66 1/4"	66 1/2"	66 1/2"
C (1)	1 1/2" NPT	1 1/2" NPT	2"	3" 300# Flange	4" 300# Flange	6" 300# Flange	6" 300# Flange	6" 300# Flange	6" 300# Flange	6" 300# Flange	8" 300# Flange
D (2)	1"	1"	1"	1"	2"	2"	3"	3"	N/A	N/A	N/A
E	4 3/8"	4 1/2"	5 3/4"	9 1/4"	10 3/8"	11 3/8"	12"	13"	16"	18"	23"

(1) Screwed connections: Models F3 & F4 – 1 ½" full coupling 3000# F.S.; Model F6 – 2" full coupling, 3000# F.S.
(2) Models F20-F30 complete with stand (not shown above).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Anexo 8

Ficha Técnica de Mezclador Aire-GLP Algas SDI - Selección de Mezclador

Specifications

Capacity † Million BTU/Hr.	Delivery Pressure †† 5 psig	8 psig	10 psig	12 psig	15 psig***	15-40 psig▲	LPG Vapor Inlet (FNPT)	Outlet with tank	Outlet without Tank
7	V7-5†††	V7-8†††		V7-12†††			1"	4"-150# FLG	6"-150# FLG
10.5	V10.5-5†††	V10.5-8†††		V10.5-12†††			1"	4"-150# FLG	6"-150# FLG
13			V13-10†††				1"	4"-150# FLG	6"-150# FLG
14	V14-5†††	V14-8†††		V14-12†††	V14-15†††		1"	4"-150# FLG	6"-150# FLG
21	V21-5	V21-8		V21-12			1"*	4"-150# FLG	6"-150# FLG
26			V26-10				1"	4"-150# FLG	6"-150# FLG
28	V28-5	V28-8		V28-12	V28-15	V28-PA	1"*	4"-150# FLG	6"-150# FLG
35	V35-5	V35-8		V35-12			1½"	4"-150# FLG	6"-150# FLG
39			V39-10				1½"	4"-150# FLG	6"-150# FLG
42	V42-5	V42-8		V42-12	V42-15	V42-PA	1½"**	4"-150# FLG	6"-150# FLG
52			V52-10				1½"	4"-150# FLG	6"-150# FLG
56	V56-5	V56-8		V56-12	V56-15	V56-PA	1½"**	4"-150# FLG	6"-150# FLG
65			V65-10				2"	4"-150# FLG	6"-150# FLG
70	V70-5	V70-8		V70-12	V70-15	V70-PA	2"	4"-150# FLG	6"-150# FLG
78			V78-10				2"	4"-15-# FLG	6"-150# FLG
84	V84-5	V84-8		V84-12	V84-15	V84-PA	2"	4"-150# FLG	6"-150# FLG
100	V100-5	V100-8		V100-12♦	V100-15♦	V100-PA♦♦	2"	6"-150# FLG	8"-150# FLG
125	V125-5	V125-8		V125-12		V125-PA	2½"	6"-150# FLG	8"-150# FLG
150	V150-5	V150-8		V150-12	V150-15	V150-PA	3"	6"-150# FLG	8"-150# FLG
175	V175-5♦♦♦	V175-8		V175-12		V175-PA	3"	6"-150# FLG	8"-150# FLG
200	V200-5	V200-8		V200-12		V200-PA♦♦	3"	8"-150# FLG	10"-150# FLG
225	V225-5	V225-8		V225-12		V225-PA	3"	8"-150# FLG	10"-150# FLG
250	V250-5	V250-8		V250-12		V250-PA	3"	8"-150# FLG	10"-150# FLG

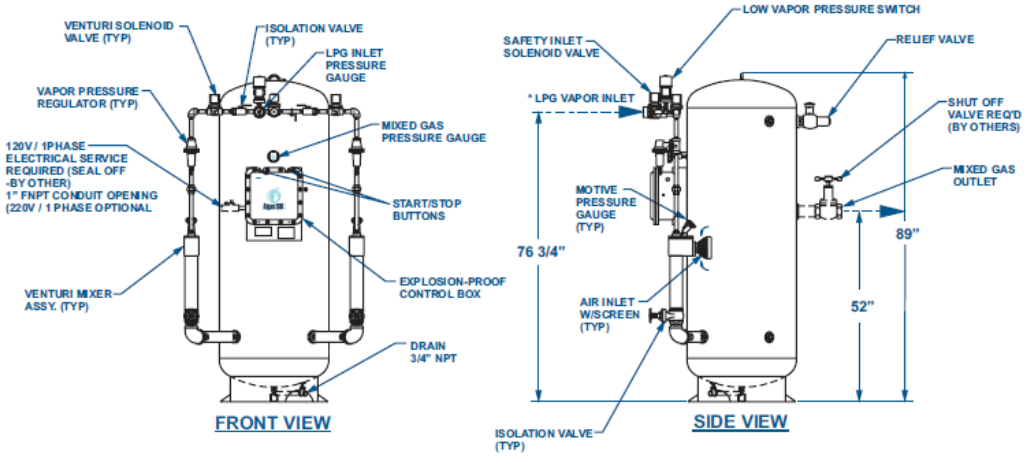
* Models V21-5 and V28-5 have a1-½"NPT vapor inlet.
** Models V42-5 and V56-5 have a 2"NPT vapor inlet.
*** All 15 PSI models use a 640 gallon accumulator tank.
▲ PA - Pressure assist. Only available without tank.
† Mixing capacities shown are approximate and may be adjusted by increasing or decreasing the LPG motive pressure. Capacity ratings based on a mixed gas gross heating value of 1450 BTU/SCF ± 5% with commercial grade propane.
†† Delivery pressures shown are valid up to 2000ft elevation.
††† Only available with accumulator tank. See ME mixer specification sheet.
♦ 6" Outlet.
♦♦ 8" Outlet.
♦♦♦ 10" Outlet.

Contact factory for information regarding applications at higher elevations.

Contact factory for shipping weights.

Dimensions

* Contact factory for inlet temperatures exceeding 180°F



V7.0 THRU V84.0

FILE: VAPSPEC1.DWG

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

LPG Vapor Pressure Requirement Data

Mixed Air/Propane Delivery Pressure (psig)	Minimum Inlet Vapor Pressure (psig)
Propane	
5	31 - 51
8	70 - 76
10	99 - 109
12	110 - 120
15	160
Butane	
8	95
Pressure Assist	
15 - 40	70 - 90
Contact factory for additional information	

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

Anexo 9

Ficha Técnica de Regulador de Diafragma Dival 600 Para GLP - Pietro Fiorentini



Dival 600

Pressure Regulators

MAIN FEATURES	Dival 600

-Design pressure PS: up to 290 Psig (20 bar)
-Design temperature: -4 °F to + 140 °F (-20 °C to +60 °C)
-Ambient temperature: -4 °F to + 140 °F (-20 °C to +60 °C)
-Max inlet pressure Pu: 290 Psig (20 bar)

-Outlet pressure range of Wd:
DN 25 from 5"w.c. to 4.9 psig (12 to 340) mbar for control head BP/MP
from 4.3 psig to 60.9 psig (300 to 4200 mbar) for control head TR
DN 40-50 from 5"w.c. to 34" w.c. (12 to 85 mbar) for control head BP
from 32 w.c. to 4.9 psig (80 to 340 mbar) for control head MP
from (4,3 psig to 60.9 psig) 300 to 4200 mbar for control head TR

-Accuracy class AC: up to 5
-Lock-up pressure class SG: up to 10
-Available size DN: 1" (25) - 1"1/2 (40) - 2" (50)
-Flanging: class PN 16/25 according to ISO 7005-1, ISO 7005-2; class ANSI 150RF according to ANSI B16.5, ASME B16.42 and class ANSI 125 FF according to ASME B16.1
-Threaded connections: DN 2" Rp ISO 7-1 or DN 2"NPTF ASME B1.20.1 (only ductile iron)

MATERIALS	Dival 600

Body	Cast steel ASTM A216 WCB Ductile cast iron GS 400-18 ISO 1083
Head covers	Die cast alluminium EN AC-AlSi 12 UNI EN 1706
Diaphgram	Rubberized canvas
Valve seat	Brass
Seals	Nitril rubber

The characteristics listed above are referred to standard products. Special characteristics and materials for specific applications may be supplied upon request.

Slam-shut pressure switches	Dival 600

Pressure switch	LA/BP	LA/MP	LA/TR
Set point range for Overpressure (OPSO)	12" W.c. ÷ 72" W.c.	2 ÷ 6.5	3.6 ÷ 80
Set point range for Underpressure (UPSO)	2.4" W.c. ÷ 24" W.c.	0.14 ÷ 3.5	1.45 ÷ 50.8

Working pressure in W.c and Psi

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Flow Rate DN 25 (MBTU/h lpg)

Flow rate valid for LPG with caloric value = 3,083 MBTU/foot^3 and specific gravity 1,825

		Outlet pressure																	
	mbar	20,68	41,37	55,16	68,95	103,42	137,90	206,84	275,79	344,74	551,58	689,48	1034,21	1378,95	1723,69	2068,43	2757,90	3447,38	3792,12
Inlet pressure	bar	psi	0,3	0,6	0,8	1	1,5	2	3	4	5	8	10	15	20	25	30	40	50	55
	0,34	5	5,8	6,0	6,0	5,7	5,3	4,9	4,4											
	0,69	10	9,6	9,2	9,2	9,5	8,6	8,6	8,3	7,4	5,0									
	1,38	20	15,6	15,5	15,6	16,1	15,1	15,7	15,6	14,6	9,7	11,6	10,9	9,4						
	2,07	30	21,8	22,4	22,4	21,6	21,3	21,9	20,8	21,5	15,1	16,7	16,3	15,5	13,9	12,4				
	2,76	40	23,6	24,7	24,7	23,3	23,6	24,4	22,6	23,4	19,0	20,1	19,9	19,3	17,6	16,0	14,8			
	3,45	50	25,6	27,1	27,1	25,1	25,8	26,1	24,3	25,4	27,5	23,7	23,6	23,2	21,4	19,6	18,2	18,2		
	5,17	75	34,5	37,9	39,1	38,2	35,3	35,3	35,7	39,2	36,2	35,6	36,5	38,1	35,7	33,3	31,2	29,7	28,3	27,6
	6,89	100	37,5	39,8	40,3	38,6	35,3	35,3	35,7	39,2	37,0	38,5	39,7	42,4	41,7	40,9	40,2	38,8	37,4	36,7
	10,34	150	46,2	41,5	443,0	38,2	35,3	35,3	35,7	39,2	39,2	44,9	48,3	56,0	61,3	66,5	70,4	68,1	65,7	64,5
	13,79	200	31,5	35,9	37,9	38,1	35,3	35,3	35,7	39,2	39,2	44,9	48,5	57,1	66,9	76,7	84,6	84,8	85,1	85,2
	17,24	250	24,2	34,0	38,4	38,0	35,3	35,3	35,7	39,2	39,2	44,9	48,9	58,1	69,9	81,5	91,5	97,9	104,2	107,3

Flow Rate DN 40 (MBTU/h lpg)

		Outlet pressure																	
	mbar	20,68	41,37	55,16	68,95	103,42	137,90	206,84	275,79	344,74	551,58	689,48	1034,21	1378,95	1723,69	2068,43	2757,90	3447,38	3792,12
Inlet pressure	bar	psi	0,3	0,6	0,8	1	1,5	2	3	4	5	8	10	15	20	25	30	40	50	55
	0,34	5	12,7	14,4	14,6	13,2	14,8	11,3	13,3											
	0,69	10	23,9	22,7	20,7	22,7	22,4	21,6	20,2	15,1	4,34									
	1,38	20	37,9	40,3	40,3	37,0	41,1	41,4	38,4	39,1	32,5	30,7	29,2	25,9						
	2,07	30	55,5	55,5	55,5	55,5	55,5	55,5	50,8	54,3	45,9	42,4	42,4	42,4	38,0	34,0				
	2,76	40	58,1	58,1	58,1	58,1	58,1	57,6	57,6	57,6	51,3	50,5	50,5	50,5	47,4	44,6	42,8			
	3,45	50	60,6	60,6	60,6	60,6	60,6	60,6	60,6	60,6	56,6	58,6	58,6	58,1	56,5	55,5	55,5	55,5		
	5,17	75	80,8	80,8	80,8	80,8	80,8	80,8	80,8	80,8	80,8	90,9	88,9	85,8	88,7	90,9	90,9	85,8	75,7	75,7
	6,89	100	80,8	80,8	80,8	80,8	80,8	80,8	80,8	80,8	80,8	90,9	90,9	90,9	90,9	90,9	90,9	85,8	80,8	75,7
	10,34	150	80,8	80,8	80,8	80,8	80,8	80,8	80,8	80,8	80,8	95,9	90,9	90,9	94,4	98,5	98,5	95,9	95,9	95,9
	13,79	200	50,5	75,7	90,9	90,9	80,8	88,4	85,8	89,6	80,8	95,9	90,9	90,9	94,4	98,5	101,0	98,5	95,9	95,9
	17,24	250	40,4	75,7	90,9	90,9	90,9	90,9	90,9	90,9	80,8	101,0	101,0	101,0	101,0	101,0	101,0	101,0	101,0	101,0

Flow Rate DN 50 (MBTU/h lpg)

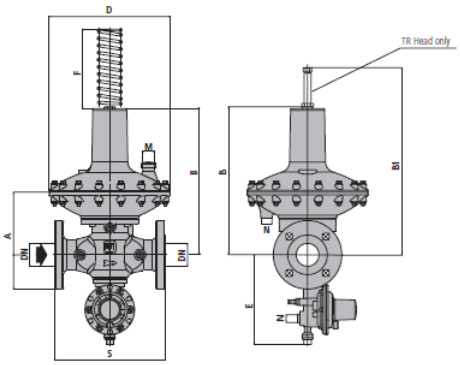
		Outlet pressure																	
	mbar	20,68	41,37	55,16	68,95	103,42	137,90	206,84	275,79	344,74	551,58	689,48	1034,21	1378,95	1723,69	2068,43	2757,90	3447,38	3792,12
Inlet pressure	bar	psi	0,3	0,6	0,8	1	1,5	2	3	4	5	8	10	15	20	25	30	40	50	55
	0,34	5	17,7	18,4	18,2	16,7	15,9	13,1	12,6											
	0,69	10	27,8	26,8	26,1	25,2	23,2	24,2	24,7	20,7	14,4									
	1,38	20	41,9	41,2	40,9	41,3	43,4	31,3	36,7	39,4	30,3	35,3	36,9	40,4						
	2,07	30	46,5	66,6	70,7	62,3	55,8	59,1	51,6	61,9	40,6	50,5	50,5	50,5	46,5	43,2				
	2,76	40	47,0	68,7	75,7	72,6	61,2	68,2	61,6	71,9	53,3	63,1	62,6	62,6	58,1	53,9	50,5			
	3,45	50	47,0	70,7	80,8	80,8	65,6	75,7	71,6	101,0	75,7	90,9	75,2	75,2	70,7	65,6	60,6	60,6		
	5,17	75	50,5	80,8	95,9	95,9	101,0	121,2	101,0	121,2	106,0	126,2	126,2	126,2	114,6	101,0	95,9	95,9	95,9	95,9
	6,89	100	50,5	85,8	101,0	101,0	111,1	121,2	111,1	126,2	116,1	126,2	126,2	126,2	131,3	141,4	151,5	151,5	151,5	151,5
	10,34	150	50,5	85,8	101,0	101,0	111,1	126,2	121,2	131,3	126,2	126,2	126,2	126,2	161,6	196,9	227,2	227,2	227,2	227,2
	13,79	200	36,9	80,8	101,0	101,0	111,1	126,2	126,2	131,3	126,2	126,2	126,2	126,2	161,6	196,9	227,2	227,2	227,2	227,2
	17,24	250	34,6	70,7	101,0	101,0	111,1	131,3	126,2	131,3	126,2	126,2	126,2	126,2	161,6	196,9	227,2	227,2	227,2	227,2

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

DIMENSIONS Dival 600



Overall dimensions in Inches Dival 600

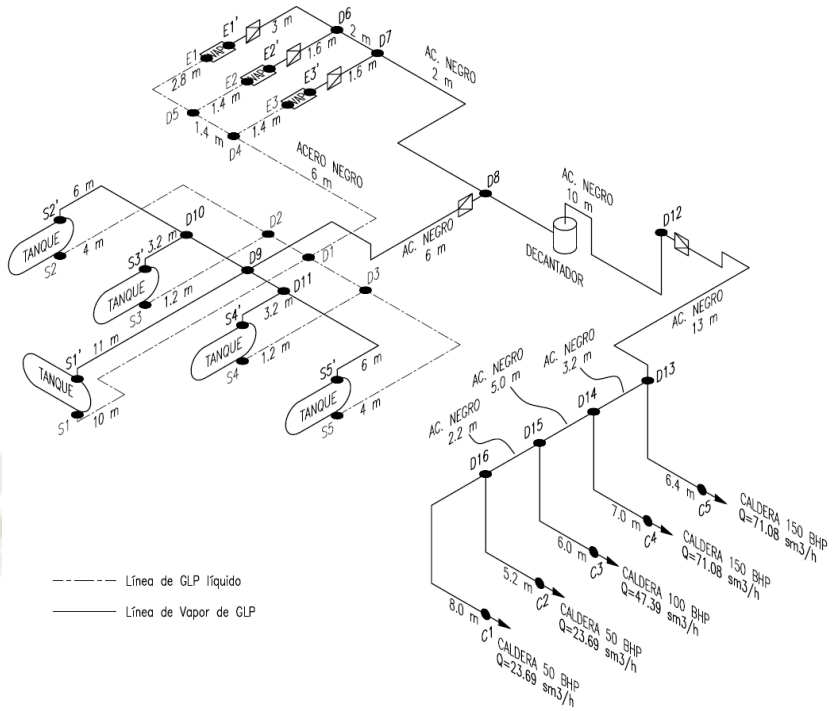
Tipe	DN	NPS	S	A	B	B1	D	E	F	M	N
Dival 600	25	1"	7.20	5.71	13.5	17.04	11.02	8.46	7.87	Rp1/2"	Rp1/4"
Dival 600	40	1"1/2	8.78	5.71	13.5	17.04	11.02	8.46	7.87	Rp1/2"	Rp1/4"
Dival 600	50	2"	10	5.71	13.5	17.04	11.02	8.46	7.87	Rp1/2"	Rp1/4"
Dival 600	G 2"	2" NPTF	6	5.71	13.5	17.04	11.02	8.46	7.87	Rp1/2"	Rp1/4"

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Anexo 10

Detalle de Cálculo de las Líneas de Tubería para GLP



LÍNEAS DE VAPOR DE GLP

TRAMO E1'-D6			
Material de la Tubería	Material	ACERO Ø1 1/4" A-53 Gr.B SCH80	
	D int.	32.50	mm
Propiedades del Gas Natural	Combustible	Gas Licuado de Petróleo	
	d	1.52	adim.
	PCS	22265.00	kcal/m3
Flujo	V*	71.08	m3/h
Longitud del Tramo	L real	3.00	m
	L calc.	3.60	m
Presión	p atm	785.00	mbar
	ps	7000.00	mbar
	pi	1000.00	mbar
	pf	991.27	mbar
	Δp Permisible	18.29	mbar
	Δp Real	8.73	mbar

TRAMO E2'-D6			
Material de la Tubería	Material	ACERO Ø1 1/4" A-53 Gr.B SCH80	
	D int.	32.50	mm
Propiedades del Gas Natural	Combustible	Gas Licuado de Petróleo	
	d	1.52	adim.
	PCS	22265.00	kcal/m3
Flujo	V*	71.08	m3/h
Longitud del Tramo	L real	1.60	m
	L calc.	1.92	m
Presión	p atm	785.00	mbar
	ps	7000.00	mbar
	pi	1000.00	mbar
	pf	995.35	mbar
	Δp Permisible	9.76	mbar
	Δp Real	4.65	mbar

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

TRAMO D6-D7			
Material de la Tubería	Material	ACERO Ø1 1/4" A-53 Gr.B SCH80	
	D int.	32.50	mm
Propiedades del Gas Natural	Combustible	Gas Licuado de Petróleo	
	d	1.52	adim.
	PCS	22265.00	kcal/m3
Flujo Volumétrico	V*	71.08	m3/h
Longitud del Tramo	L real	1.40	m
	L calc.	1.68	m
Presión	p atm	785.00	mbar
	ps	7000.00	mbar
	pi	991.27	mbar
	pf	987.18	mbar
	Δp Permisible	8.54	mbar
	Δp Real	4.09	mbar

TRAMO E3'-D7			
Material de la Tubería	Material	ACERO Ø1 1/4" A-53 Gr.B SCH80	
	D int.	32.50	mm
Propiedades del Gas Natural	Combustible	Gas Licuado de Petróleo	
	d	1.52	adim.
	PCS	22265.00	kcal/m3
Flujo Volumétrico	V*	71.08	m3/h
Longitud del Tramo	L real	1.60	m
	L calc.	1.92	m
Presión	p atm	785.00	mbar
	ps	7000.00	mbar
	pi	1000.00	mbar
	pf	995.35	mbar
	Δp Permisible	9.76	mbar
	Δp Real	4.65	mbar

TRAMO D7-D8			
Material de la Tubería	Material	ACERO Ø1 1/4" A-53 Gr.B SCH80	
	D int.	32.50	mm
Propiedades del Gas Natural	Combustible	Gas Licuado de Petróleo	
	d	1.52	adim.
	PCS	22265.00	kcal/m3
Flujo Volumétrico	V*	71.08	m3/h
Longitud del Tramo	L real	2.00	m
	L calc.	2.40	m
Presión	p atm	785.00	mbar
	ps	7000.00	mbar
	pi	987.18	mbar
	pf	981.32	mbar
	Δp Permisible	12.20	mbar
	Δp Real	5.86	mbar

TRAMO D8-D12			
Material de la Tubería	Material	ACERO Ø1 1/4" A-53 Gr.B SCH80	
	D int.	32.50	mm
Propiedades del Gas Natural	Combustible	Gas Licuado de Petróleo	
	d	1.52	adim.
	PCS	22265.00	kcal/m3
Flujo Volumétrico	V*	71.08	m3/h
Longitud del Tramo	L real	10.00	m
	L calc.	12.00	m
Presión	p atm	785.00	mbar
	ps	7000.00	mbar
	pi	981.32	mbar
	pf	951.74	mbar
	Δp Permisible	60.98	mbar
	Δp Real	29.59	mbar

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

TRAMO D12-D13			
Material de la Tubería	Material	ACERO Ø2 1/2" A-53 Gr.B STD	
	D int.	62.70	mm
Propiedades del Gas Natural	Combustible	Gas Licuado de Petróleo	
	d	1.52	adim.
	PCS	22265.00	kcal/m^3
Flujo Volumétrico	V*	71.08	m^3/h
Longitud del Tramo	L real	13.00	m
	L calc.	15.60	m
Presión	p atm	785.00	mbar
	ps	7000.00	mbar
	pi	500.00	mbar
	pf	497.79	mbar
	Δp Permisible	4.14	mbar
	Δp Real	2.21	mbar

TRAMO D13-C5			
Material de la Tubería	Material	ACERO Ø2 1/2" A-53 Gr.B STD	
	D int.	62.70	mm
Propiedades del Gas Natural	Combustible	Gas Licuado de Petróleo	
	d	1.52	adim.
	PCS	22265.00	kcal/m^3
Flujo Volumétrico	V*	71.08	m^3/h
Longitud del Tramo	L real	6.40	m
	L calc.	7.68	m
Presión	p atm	785.00	mbar
	ps	7000.00	mbar
	pi	497.79	mbar
	pf	496.69	mbar
	Δp Permisible	2.04	mbar
	Δp Real	1.09	mbar

TRAMO D13-D14			
Material de la Tubería	Material	ACERO Ø2 1/2" A-53 Gr.B STD	
	D int.	62.70	mm
Propiedades del Gas Natural	Combustible	Gas Licuado de Petróleo	
	d	1.52	adim.
	PCS	22265.00	kcal/m^3
Flujo Volumétrico	V*	71.08	m^3/h
Longitud del Tramo	L real	3.20	m
	L calc.	3.84	m
Presión	p atm	785.00	mbar
	ps	7000.00	mbar
	pi	497.79	mbar
	pf	497.24	mbar
	Δp Permisible	1.02	mbar
	Δp Real	0.55	mbar

TRAMO D14-C4			
Material de la Tubería	Material	ACERO Ø2 1/2" A-53 Gr.B STD	
	D int.	62.70	mm
Propiedades del Gas Natural	Combustible	Gas Licuado de Petróleo	
	d	1.52	adim.
	PCS	22265.00	kcal/m^3
Flujo Volumétrico	V*	71.08	m^3/h
Longitud del Tramo	L real	7.00	m
	L calc.	8.40	m
Presión	p atm	785.00	mbar
	ps	7000.00	mbar
	pi	497.24	mbar
	pf	496.05	mbar
	Δp Permisible	2.23	mbar
	Δp Real	1.19	mbar

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

TRAMO D14-D15			
Material de la Tubería	Material	ACERO Ø2 1/2" A-53 Gr.B STD	
	D int.	62.70	mm
Propiedades del Gas Natural	Combustible	Gas Licuado de Petróleo	
	d	1.52	adim.
	PCS	22265.00	kcal/m^3
Flujo Volumétrico	V*	71.08	m^3/h
Longitud del Tramo	L real	5.00	m
	L calc.	6.00	m
Presión	p atm	785.00	mbar
	ps	7000.00	mbar
	pi	497.24	mbar
	pf	496.39	mbar
	Δp Permisible	1.59	mbar
	Δp Real	0.85	mbar

TRAMO D15-C3			
Material de la Tubería	Material	ACERO Ø2" A-53 Gr.B SCH80	
	D int.	49.24	mm
Propiedades del Gas Natural	Combustible	Gas Licuado de Petróleo	
	d	1.52	adim.
	PCS	22265.00	kcal/m^3
Flujo Volumétrico	V*	47.39	m^3/h
Longitud del Tramo	L real	6.00	m
	L calc.	7.20	m
Presión	p atm	785.00	mbar
	ps	7000.00	mbar
	pi	496.39	mbar
	pf	494.82	mbar
	Δp Permisible	1.91	mbar
	Δp Real	1.57	mbar

TRAMO D15-D16			
Material de la Tubería	Material	ACERO Ø2" A-53 Gr.B SCH80	
	D int.	49.24	mm
Propiedades del Gas Natural	Combustible	Gas Licuado de Petróleo	
	d	1.52	adim.
	PCS	22265.00	kcal/m^3
Flujo Volumétrico	V*	47.39	m^3/h
Longitud del Tramo	L real	2.20	m
	L calc.	2.64	m
Presión	p atm	785.00	mbar
	ps	7000.00	mbar
	pi	496.39	mbar
	pf	495.81	mbar
	Δp Permisible	0.70	mbar
	Δp Real	0.58	mbar

TRAMO D16-C2			
Material de la Tubería	Material	ACERO Ø1 1/2" A-53 Gr.B SCH80	
	D int.	38.14	mm
Propiedades del Gas Natural	Combustible	Gas Licuado de Petróleo	
	d	1.52	adim.
	PCS	22265.00	kcal/m^3
Flujo Volumétrico	V*	23.69	m^3/h
Longitud del Tramo	L real	5.20	m
	L calc.	6.24	m
Presión	p atm	785.00	mbar
	ps	7000.00	mbar
	pi	495.81	mbar
	pf	494.49	mbar
	Δp Permisible	1.66	mbar
	Δp Real	1.32	mbar

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

TRAMO D16-C1			
Material de la Tubería	Material	ACERO Ø1 1/2" A-53 Gr.B SCH80	
	D int.	38.14	mm
Propiedades del Gas Natural	Combustible	Gas Licuado de Petróleo	
	d	1.52	adim.
	PCS	22265.00	kcal/m^3
Flujo Volumétrico	V*	23.69	m^3/h
Longitud del Tramo	L real	8.00	m
	L calc.	9.60	m
Presión	p atm	785.00	mbar
	ps	7000.00	mbar
	pi	495.81	mbar
	pf	493.78	mbar
	Δp Permisible	2.55	mbar
	Δp Real	2.03	mbar

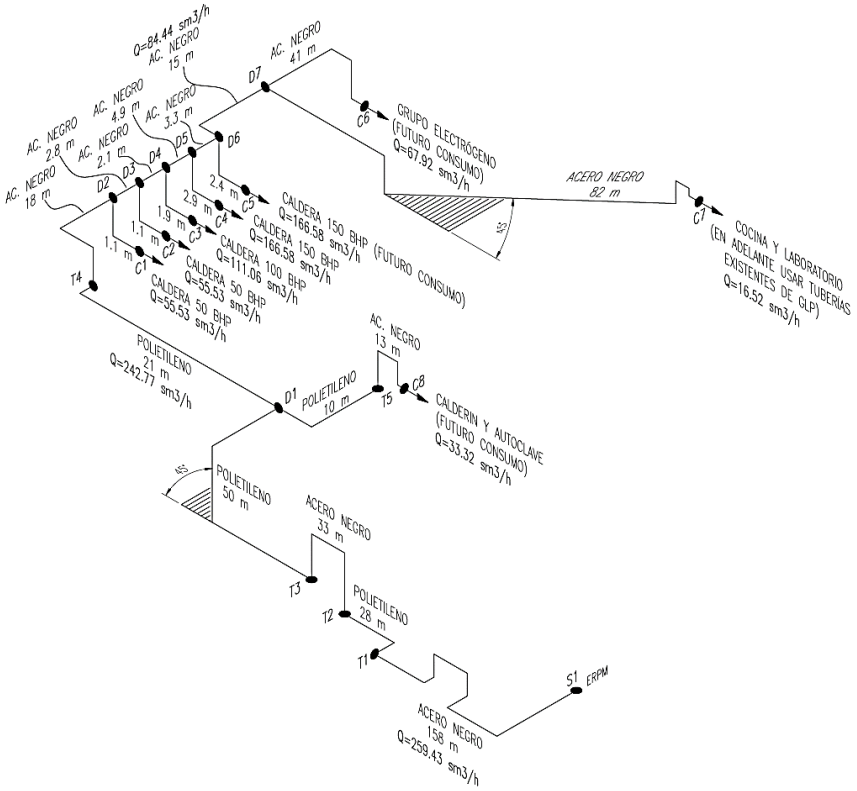
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Anexo 11

Detalle de Cálculo de las Líneas de Tubería para GNS



LÍNEAS DE GNS

TRAMO S1-T1			
Material de la Tubería	Material	ACERO Ø4" A-53 Gr.B STD	
	D int.	102.26	mm
Propiedades del Gas Natural	Combustible	Gas Natural Seco	
	d	0.62	adim.
	PCS	9500.00	kcal/m^3
Flujo	V*	259.43	m^3/h
Longitud del Tramo	L real	158.00	m
	L calc.	189.60	m
Presión	p atm	775.28	mbar
	ps	340.00	mbar
	pi	338.50	mbar
	pf	325.87	mbar
	Δp Permisible	12.85	mbar
	Δp Real	12.63	mbar

TRAMO T1-T2			
Material de la Tubería	Material	PE Ø125 PE SDR11	
	D int.	102.20	mm
Propiedades del Gas Natural	Combustible	Gas Natural Seco	
	d	0.62	adim.
	PCS	9500	kcal/m^3
Flujo	V*	259.43	m^3/h
Longitud del Tramo	L real	28.00	m
	L calc.	33.60	m
Presión	p atm	775.28	mbar
	ps	340.00	mbar
	pi	325.87	mbar
	pf	323.61	mbar
	Δp Permisible	2.28	mbar
	Δp Real	2.26	mbar

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

TRAMO T2-T3			
Material de la Tubería	Material	ACERO Ø4" A-53 Gr.B STD	
	D int.	102.26	mm
Propiedades del Gas Natural	Combustible	Gas Natural Seco	
	d	0.62	adim.
	PCS	9500.00	kcal/m^3
Flujo Volumétrico	V*	259.43	m^3/h
Longitud del Tramo	L real	33.00	m
	L calc.	39.60	m
Presión	p atm	775.28	mbar
	ps	340.00	mbar
	pi	323.61	mbar
	pf	320.95	mbar
	Δp Permisible	2.68	mbar
	Δp Real	2.66	mbar

TRAMO T3-D1			
Material de la Tubería	Material	PE Ø125 PE SDR11	
	D int.	102.20	mm
Propiedades del Gas Natural	Combustible	Gas Natural Seco	
	d	0.62	adim.
	PCS	9500.00	kcal/m^3
Flujo Volumétrico	V*	259.43	m^3/h
Longitud del Tramo	L real	50.00	m
	L calc.	60.00	m
Presión	p atm	775.28	mbar
	ps	340.00	mbar
	pi	320.95	mbar
	pf	316.90	mbar
	Δp Permisible	4.07	mbar
	Δp Real	4.06	mbar

TRAMO D1-T4			
Material de la Tubería	Material	PE Ø125 PE SDR11	
	D int.	102.20	mm
Propiedades del Gas Natural	Combustible	Gas Natural Seco	
	d	0.62	adim.
	PCS	9500.00	kcal/m^3
Flujo Volumétrico	V*	242.77	m^3/h
Longitud del Tramo	L real	21.00	m
	L calc.	25.20	m
Presión	p atm	775.28	mbar
	ps	340.00	mbar
	pi	316.90	mbar
	pf	315.39	mbar
	Δp Permisible	1.71	mbar
	Δp Real	1.51	mbar

TRAMO T4-D2			
Material de la Tubería	Material	ACERO Ø4" A-53 Gr.B STD	
	D int.	102.26	mm
Propiedades del Gas Natural	Combustible	Gas Natural Seco	
	d	0.62	adim.
	PCS	9500.00	kcal/m^3
Flujo Volumétrico	V*	242.77	m^3/h
Longitud del Tramo	L real	18.00	m
	L calc.	21.60	m
Presión	p atm	775.28	mbar
	ps	340.00	mbar
	pi	315.39	mbar
	pf	314.09	mbar
	Δp Permisible	1.46	mbar
	Δp Real	1.30	mbar

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

TRAMO D2-C1			
Material de la Tubería	Material	ACERO Ø2 1/2" A-53 Gr.B STD	
	D int.	62.70	mm
Propiedades del Gas Natural	Combustible	Gas Natural Seco	
	d	0.62	adim.
	PCS	9500.00	kcal/m^3
Flujo Volumétrico	V*	55.53	m^3/h
Longitud del Tramo	L real	1.10	m
	L calc.	1.32	m
Presión	p atm	775.28	mbar
	ps	340.00	mbar
	pi	314.09	mbar
	pf	314.03	mbar
	Δp Permisible	0.09	mbar
	Δp Real	0.06	mbar

TRAMO D2-D3			
Material de la Tubería	Material	ACERO Ø4" A-53 Gr.B STD	
	D int.	102.26	mm
Propiedades del Gas Natural	Combustible	Gas Natural Seco	
	d	0.62	adim.
	PCS	9500.00	kcal/m^3
Flujo Volumétrico	V*	242.77	m^3/h
Longitud del Tramo	L real	2.80	m
	L calc.	3.36	m
Presión	p atm	775.28	mbar
	ps	340.00	mbar
	pi	314.09	mbar
	pf	313.89	mbar
	Δp Permisible	0.23	mbar
	Δp Real	0.20	mbar

TRAMO D3-C2			
Material de la Tubería	Material	ACERO Ø2 1/2" A-53 Gr.B STD	
	D int.	62.70	mm
Propiedades del Gas Natural	Combustible	Gas Natural Seco	
	d	0.62	adim.
	PCS	9500.00	kcal/m^3
Flujo Volumétrico	V*	55.53	m^3/h
Longitud del Tramo	L real	1.10	m
	L calc.	1.32	m
Presión	p atm	775.28	mbar
	ps	340.00	mbar
	pi	313.89	mbar
	pf	313.83	mbar
	Δp Permisible	0.09	mbar
	Δp Real	0.06	mbar

TRAMO D3-D4			
Material de la Tubería	Material	ACERO Ø4" A-53 Gr.B STD	
	D int.	102.26	mm
Propiedades del Gas Natural	Combustible	Gas Natural Seco	
	d	0.62	adim.
	PCS	9500.00	kcal/m^3
Flujo Volumétrico	V*	242.77	m^3/h
Longitud del Tramo	L real	2.10	m
	L calc.	2.52	m
Presión	p atm	775.28	mbar
	ps	340.00	mbar
	pi	313.89	mbar
	pf	313.74	mbar
	Δp Permisible	0.17	mbar
	Δp Real	0.15	mbar

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

TRAMO D4-C3			
Material de la Tubería	Material	ACERO Ø3" A-53 Gr.B STD	
	D int.	77.92	mm
Propiedades del Gas Natural	Combustible	Gas Natural Seco	
	d	0.62	adim.
	PCS	9500.00	kcal/m^3
Flujo Volumétrico	V*	111.06	m^3/h
Longitud del Tramo	L real	1.90	m
	L calc.	2.28	m
Presión	p atm	775.28	mbar
	ps	340.00	mbar
	pi	313.74	mbar
	pf	313.61	mbar
	Δp Permisible	0.15	mbar
	Δp Real	0.12	mbar

TRAMO D4-D5			
Material de la Tubería	Material	ACERO Ø4" A-53 Gr.B STD	
	D int.	102.26	mm
Propiedades del Gas Natural	Combustible	Gas Natural Seco	
	d	0.62	adim.
	PCS	9500.00	kcal/m^3
Flujo Volumétrico	V*	242.77	m^3/h
Longitud del Tramo	L real	4.90	m
	L calc.	5.88	m
Presión	p atm	775.28	mbar
	ps	340.00	mbar
	pi	313.74	mbar
	pf	313.38	mbar
	Δp Permisible	0.40	mbar
	Δp Real	0.35	mbar

TRAMO D5-C4			
Material de la Tubería	Material	ACERO Ø3 1/2" A-53 Gr.B STD	
	D int.	90.12	mm
Propiedades del Gas Natural	Combustible	Gas Natural Seco	
	d	0.62	adim.
	PCS	9500.00	kcal/m^3
Flujo Volumétrico	V*	166.58	m^3/h
Longitud del Tramo	L real	2.90	m
	L calc.	3.48	m
Presión	p atm	775.28	mbar
	ps	340.00	mbar
	pi	313.38	mbar
	pf	313.19	mbar
	Δp Permisible	0.24	mbar
	Δp Real	0.19	mbar

TRAMO D5-D6			
Material de la Tubería	Material	ACERO Ø4" A-53 Gr.B STD	
	D int.	102.26	mm
Propiedades del Gas Natural	Combustible	Gas Natural Seco	
	d	0.62	adim.
	PCS	9500.00	kcal/m^3
Flujo Volumétrico	V*	242.77	m^3/h
Longitud del Tramo	L real	3.30	m
	L calc.	3.96	m
Presión	p atm	775.28	mbar
	ps	340.00	mbar
	pi	313.38	mbar
	pf	313.15	mbar
	Δp Permisible	0.27	mbar
	Δp Real	0.24	mbar

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

TRAMO D6-C5			
Material de la Tubería	Material	ACERO Ø3 1/2" A-53 Gr.B STD	
	D int.	90.12	mm
Propiedades del Gas Natural	Combustible	Gas Natural Seco	
	d	0.62	adim.
	PCS	9500.00	kcal/m^3
Flujo Volumétrico	V*	166.58	m^3/h
Longitud del Tramo	L real	2.40	m
	L calc.	2.88	m
Presión	p atm	775.28	mbar
	ps	340.00	mbar
	pi	313.15	mbar
	pf	312.99	mbar
	Δp Permisible	0.20	mbar
	Δp Real	0.16	mbar

TRAMO D6-D7			
Material de la Tubería	Material	ACERO Ø3" A-53 Gr.B STD	
	D int.	77.92	mm
Propiedades del Gas Natural	Combustible	Gas Natural Seco	
	d	0.62	adim.
	PCS	9500.00	kcal/m^3
Flujo Volumétrico	V*	84.44	m^3/h
Longitud del Tramo	L real	15.00	m
	L calc.	18.00	m
Presión	p atm	775.28	mbar
	ps	340.00	mbar
	pi	313.15	mbar
	pf	312.56	mbar
	Δp Permisible	1.22	mbar
	Δp Real	0.59	mbar

TRAMO D7-C6			
Material de la Tubería	Material	ACERO Ø2 1/2" A-53 Gr.B STD	
	D int.	62.70	mm
Propiedades del Gas Natural	Combustible	Gas Natural Seco	
	d	0.62	adim.
	PCS	9500.00	kcal/m^3
Flujo Volumétrico	V*	67.92	m^3/h
Longitud del Tramo	L real	41.00	m
	L calc.	49.20	m
Presión	p atm	775.28	mbar
	ps	340.00	mbar
	pi	312.56	mbar
	pf	309.48	mbar
	Δp Permisible	3.33	mbar
	Δp Real	3.08	mbar

TRAMO D7-C7			
Material de la Tubería	Material	ACERO Ø1 1/2" A-53 Gr.B SCH80	
	D int.	38.14	mm
Propiedades del Gas Natural	Combustible	Gas Natural Seco	
	d	0.62	adim.
	PCS	9500.00	kcal/m^3
Flujo Volumétrico	V*	16.52	m^3/h
Longitud del Tramo	L real	82.00	m
	L calc.	98.40	m
Presión	p atm	775.28	mbar
	ps	340.00	mbar
	pi	312.56	mbar
	pf	307.40	mbar
	Δp Permisible	6.67	mbar
	Δp Real	5.16	mbar

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

TRAMO D1-T5			
Material de la Tubería	Material	PE Ø63 PE SDR11	
	D int.	51.40	mm
Propiedades del Gas Natural	Combustible	Gas Natural Seco	
	d	0.62	adim.
	PCS	9500.00	kcal/m^3
Flujo Volumétrico	V*	33.32	m^3/h
Longitud del Tramo	L real	10.00	m
	L calc.	12.00	m
Presión	p atm	775.28	mbar
	ps	340.00	mbar
	pi	316.90	mbar
	pf	316.37	mbar
	Δp Permisible	0.81	mbar
	Δp Real	0.53	mbar

TRAMO T5-C8			
Material de la Tubería	Material	ACERO Ø2" A-53 Gr.B SCH80	
	D int.	49.24	mm
Propiedades del Gas Natural	Combustible	Gas Natural Seco	
	d	0.62	adim.
	PCS	9500.00	kcal/m^3
Flujo Volumétrico	V*	33.32	m^3/h
Longitud del Tramo	L real	13.00	m
	L calc.	15.60	m
Presión	p atm	775.28	mbar
	ps	340.00	mbar
	pi	316.37	mbar
	pf	315.51	mbar
	Δp Permisible	1.06	mbar
	Δp Real	0.85	mbar

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Anexo 12

Ficha Técnica de Contador Rotativo de Gas Natural Series C – Pietro Fiorentini





Table 1 - Measurement Ranges and Pulse Data

G-Rating	Comparable USA Rating	Q-max Rated Capacity m³/h	Rangeability	2 x Low Frequency Pulses (pulses/m³)
G 10	8C	16	1:30	10
G 16	8C	25	1:50	10
G 25	15C	40	1: 65	10
G 40	2M	65	1:100	10
G 65	3M	100	1:160	10
G 100	5M	160	1:160	1
G 160T	11M	250	1:160	1
G 160 –3"	11M	250	1:160	1
G 160 -4"	--	250	1:100	1
G 250	16M	4 00	1:160	1
G 400T - 4"	23M	650	1:160	1
G 400T - 6"	23M	650	1:160	1
G 650T	38M	1000	1:160	1

Table 2 - Dimensions and Weights

G-Rating	Number of Bolts	Flange Size		Overall Flange to Flange Dimensions mm	Height & Depth		Overall Weight in Kg (Approx. Values)
		inch	mm		mm	mm	
G 10	N.A.**	1½**	32**	121**	130**	190**	3.5
G 16	N.A**	1½**	32**	121**	130**	190**	3.5
G 25	N.A**	1½**	32**	121**	130**	210**	4
G16	4	1½ or 2	40 or 50	171	180	280	10
G25	4	1½ or 2	40 or 50	171	180	280	10
G 40	4	1½ & 2	40 & 50	171	180	280	10
G 65	4	2	50	171	180	280	10
G 100	4/8	3	80	171	200	280	13
G 160T	4/8	3	80	171	200	350	21
G 160	4/8	3	80	241	225	315	27
G 160	8	4	100	241	225	400	30
G 250	8	4	100	241	225	400	30
G 400T - 4"	8	4	100	241	225	510	43
G 400T - 6"	8	6	150	241	225	510	50
G 650T	8	6	150	241	285	680	61

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Anexo 13

Ficha Técnica de Unidad Correctora de Volúmen Para GNS – Itrón



CORUS

Conversor electrónico de volumen de Gas

CORUS es un conversor electrónico de volumen de gas, diseñado específicamente para su uso en aplicaciones comerciales e industriales. Su función es convertir el volumen medido por el contador de gas a condiciones de referencia. El CORUS es por tanto, un elemento clave en la cadena de productos Itron, desde el contador hasta el sistema de facturación.contador de gas a condiciones de referencia. El CORUS es por tanto, un elemento clave en la cadena de productos Itron, desde el contador hasta el sistema de facturación.

El CORUS utiliza los valores medidos de volumen, presión y temperatura, para proporcionar:

- El volumen corregido
- El factor de conversión
- El factor de compresibilidad
- Una amplia base de datos
- Retransmisión de pulsos

DESCRIPCION

El volumen registrado por el contador es convertido a condiciones de referencia de acuerdo a la siguiente formula:

$$Vc = \frac{P}{Pr}\frac{Tr}{T}\frac{Zr}{Z}Vb$$

Donde

Vc	Volumen convertido a condiciones de referencia
Vb	Volumen medido por el contador
P	Presión del gas en condiciones de trabajo
Pr	Presión en condiciones de referencia
Tr	Temperatura en condiciones de referencia
T	Temperatura del gas en condiciones de trabajo
Zr	Factor de compresibilidad en condiciones de referencia
Z	Factor de compresibilidad en condiciones de trabajo

Construido con envolvente de protección IP65, para montaje en pared o directamente en el contador. Gracias a la exactitud de su transmisor de presión piezo-resitivo y su sonda de temperatura PT 1000 de 4 hilos, el CORUS proporciona una conversión exacta en todo su rango de trabajo.

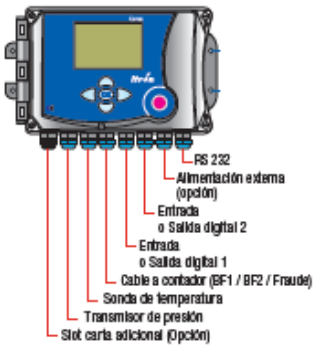
El firmware del CORUS puede ser actualizado en campo sin necesidad de detener su funcionamiento y sin necesidad de levantar precintos metrológicos. Su amplia base de datos integrada, puede ser personalizada por el cliente en función de sus necesidades. El periodo de registro puede ser fijado libremente por el usuario.

El CORUS es el elemento base para un completo y flexible sistema, perfectamente adaptable a los requerimientos del cliente:

- Consumo, presión, temperatura, monitorización en sistema de facturación de los registros almacenados en la base de datos
- Soluciones de medida remota a través de GSM, GPRS, TCP/IP con diferentes protocolos de comunicación:
  - IEC-62056-21 (IEC-61107)
  - MODBUS RTU
  - IDOM

PRESTACIONES

- Conversor de volumen T, PT, PTZ
- Conforme a la Estándar Europea EN 12405-1 y EN 12405-1/A1
- Aprobación MID
- Aprobación ATEX para instalación en zona clasificada (zona 0)
- Amplia base de datos integrada
- Compresibilidad de acuerdo a AGANX-19, S-GERG, AGA8 o tabla de Z
- Puerto RS-232 y puerto óptico para comunicación local / distancia
- Alta precisión en todo el rango de presión y temperatura
- Alimentación por batería o a través de fuente de alimentación externa
- Pantalla gráfica
- Posibilidad de actualización de firmware en campo
- Slot interno para conexión de carta adicional:
  - Modem PSTN
  - Puerto RS-485 (x2)
  - Segundo sensor de presión



Entradas / Salidas

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

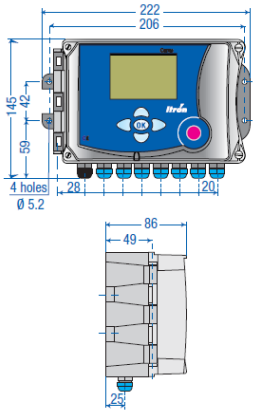
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Especificaciones

Precisión en factor de corrección	Error máximo < 0.5% Error típico < 0.2%
Rango de conversión	Presión: de 0,9 a 80 bar abs - Temperatura: Según formula de Z
Alimentación	Batería o fuente de alimentación Ex
Autonomía	5 años con batería en condiciones típicas de funcionamiento
Rango de temperatura ambiente	-25°C a +55°C
Envolvente	Policarbonato IP65
Entrada de volumen	Baja frecuencia tipo reed max. 2 Hz - Segunda entrada de coherencia
Sonda de temperatura	PT 1000, clase A, 4 hilos
Rangos transmisores de presión	(0,9 a 10) (3 a 30) y (7,2 a 80) bar abs
Tipo transmisor de presión	Piezo-resistivo
Salidas	2 salidas configurables como pulsos, alarmas o 4/20 mA*
Interface de usuario	Display gráfico con 5 botones en teclado
Comunicación	Puerto óptico y puerto serie RS-232
Longitud de cable P, T, impulsos	2,5 metros o 0,8 metro
Opciones	Carta adicional RS-485 Carta adiciones para segundo transmisor de presión

* A través de convertidor Frecuencia / Corriente

Dimensiones



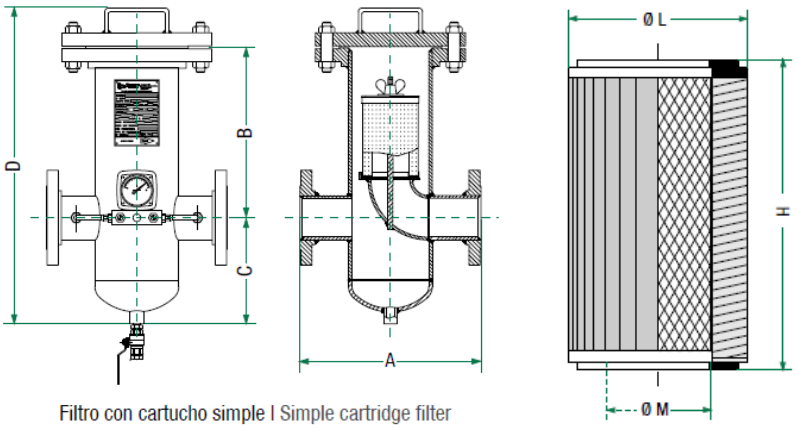
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Anexo 14

Ficha Técnica de Filtro Tipo Cartucho Para GNS – Tormene Americana S.A.

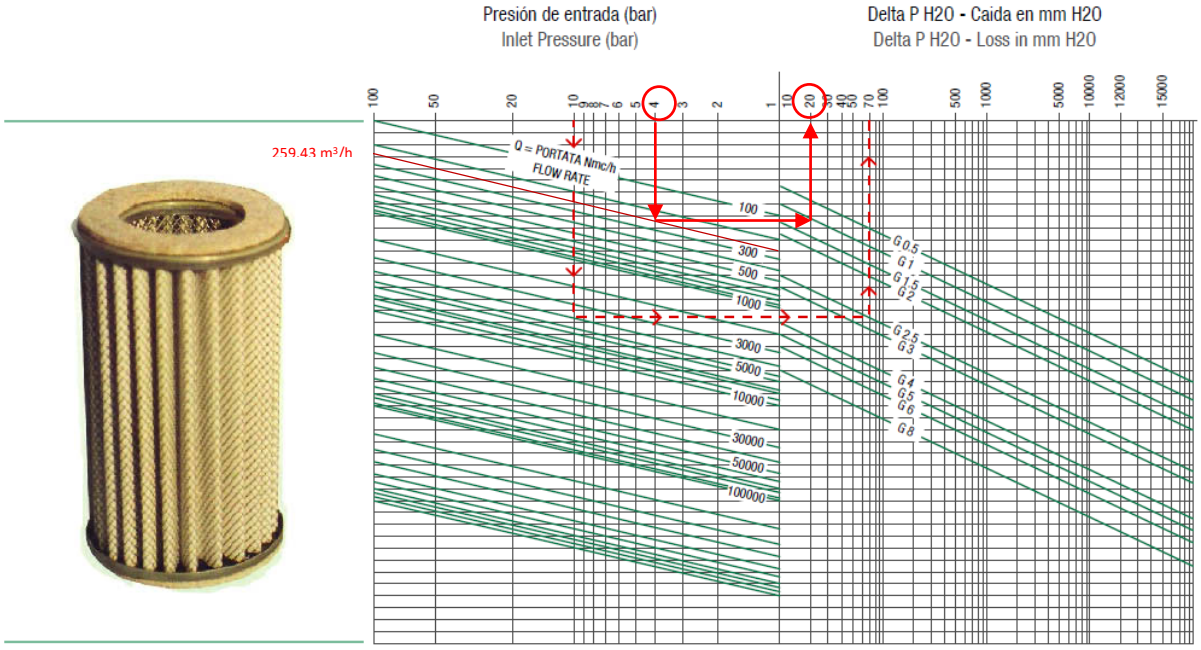
Dimensiones principales | Main dimensions



Filtro con cartucho simple | Simple cartridge filter

Modelo Type	H (mm)	Ø L (mm)	Ø M (mm)	Area de Filtrado (cm2) Filtering Area (cm²)
G 0.5	120	80	35	600
G 1	165	95	50	1.250
G 1.5	210	120	69	2.300
G 2	260	165	86	4.700
G 2.5	283	200	110	7.250
G 3	320	252	138	9.500
G 4	415	299	186	14.500
G 5	470	390	246	23.000

Diagrama de caida de presión | Pressure loss diagram



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Ø Conexión Ø Connection	Ø Cuerpo Ø Body	Modelo Type	Serie Class	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	E (mm)	F (mm)	Cartucho Cartridge	Area de filtrado Filtering Area	Ø Purga Ø Purge
2" (51mm)	4" (102mm)	TA-FM2	#150	278	265	170	547	385	667	G 0.5	600 cm²	1/2" (12.5mm)
			#300	278								
			#600	470								
3" (76mm)	6" (152mm)	TA-FM3	#150	363	330	225	672	540	882	G 1	1250 cm²	3/4" (19mm)
			#300	400						G 1.5	2.300 cm²	
			#600	550								
4" (102mm)	8" (203mm)	TA-FM4	#150	453	410	250	781	680	1.051	G 2	4700 cm²	3/4" (19mm)
			#300	550								
			#600	650								
6" (152mm)	12" (305mm)	TA-FM6	#150	553	600	350	1.081	920	1.401	G 2.5	7250 cm²	1" (25mm)
			#300	650						G 3	9.500 cm²	
			#600	800								
8" (203mm)	16" (406mm)	TA-FM8	#150	653	750	450	1.337	1.165	1.752	G 4	14.500 cm²	1" (25mm)
			#300	750								
			#600	920								
10" (254mm)	20" (508mm)	TA-FM10	#150	850	1.135	415	1.694	1.605	2.164	G 5	23.000 cm²	1" (25mm)
			#300	900								

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

Anexo 15

Ficha Técnica de Regulador de Diafragma Dival 700 Para GNS– Pietro Fiorentini



Dival series 700 + LA/...

Main Features

-Design pressure: up to 20 bar (290 Psi)
-Design temperature: -20 °C to +60 °C (-4 to + 140 °F)
-Ambient temperature: -20 °C to +60 °C (-4 to + 140 °F)
-Max inlet pressure Pu: according to table here below

Seat (Inches)	1/4"	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1"1/4
Pu max (bar)	8,63	8,63	8,63	5	3,45	2,07
Pu max (Psi)	125	125	125	72	50	30

-Outlet pressure range of Wds: 5 to 1454 mbar (2"w.c. to 21psig)
-Available size DN: 1" (25) - 1"1/2 (40) - 2"(50)
-Flanging: class PN 16/25 according to ISO 7005-1, ISO 7005-2; class ANSI 150RF according to ANSI B16.5, ASME B16.42 and class ANSI 125 FF according to ASME B16.1
-Threaded connections: DN 2" Rp ISO 7-1 or DN 2"NPTF ASME B1.20.1 (only ductile iron)

Materials

Body	Cast steel ASTM A216 WCB
	Ductile cast iron GS 400-18 ISO 1083
Head covers	Die cast alluminium EN AC-AlSi 12 UNI EN 1706
Diaphgram	Rubberized canvas
Valve seat	Brass
Seals	Nitril rubber

The characteristics listed above are referred to standard products.
Special characteristics and materials for specific applications may be supplied upon request.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Slam-Shut Valve

This is a device which stops immediately gas flow when, whenever downstream pressure exeeds given set-point. Device can be actuated also manually.

Incorporated LA/... Slam-Shut

Slam shut (see figure 3) can be incorporated on the standard regulator and on the in-line monitor.
The regulator with the incorporated slam-shut has flow rate value equal to the basic regulator.
A further advantage of the incorporated slam-shut valve is that it can be retro fitted at any time on a previously installed **Dival 700 series** without modifying the regulating unit (only with 4 ways body).
Further the slam-shut can be positioned in four different position (rotation on its axis) in such way to be fixed it in the most appropriated position versus the surrounding encumbrance if any.

The main features of this slam-shut device are:
- design pressure 20 bar for all the components;
- intervention for over pressure and/or under pressure;
- accuracy (AG): ap to 5 for pressure increase, up to 15 for pressure decreasing;
- internal by-pass;
- manual push-button control;
- possibility of pneumatic or electromagnetic remote control;
- compact overall dimensions;
- easy maintenance;
- possibility of application of devices for remote signal (contact or inductive microswitches).

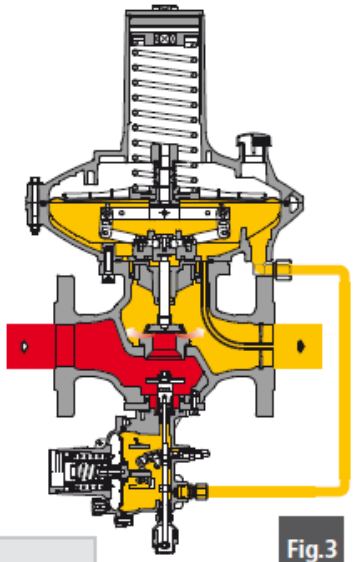


Fig.3

Table 4 shows the available pressure switches

Table: 4 Slam-Shut pressure switches

Pressure switch	LA/BP	LA/MP	LA/TR
Set point range for Overpressure Wdo	0,030 ÷ 0,180	0,140 ÷ 0,450	0,25 ÷ 5,5
Set point range for Underpressure Wdu	0,006 ÷ 0,060	0,010 ÷ 0,240	0,1 ÷ 3,5

Values in bar

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

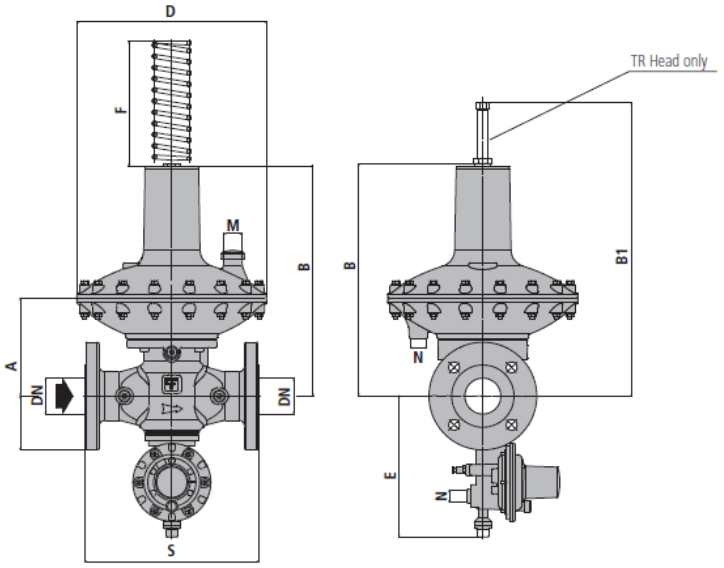
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

DIVAL SERIES 700

DN 50 - 2"

OUTLET PRESSURE mbar (Pd)	Capacity in stmc/h (Natural gas) INLET PRESSURE bar (Pu)																ORIFICE SIZE
	0,07	0,10	0,14	0,20	0,30	0,34	0,50	0,70	1,00	1,38	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	8,00	Inches
345							35	30	40	50	75	100	130	150	180	230	1/4"
							55	69	90	115	150	220	250	300	380	480	3/8"
							79	93	130	190	240	250	400	470	550	750	1/2"
							137	157	210	260	350	450	700	805			3/4"
							210	236	340	400	540	600					1"
							250	285	400	500	680						1"1/4
400							35	40	40	50	75	100	130	150	180	230	1/4"
							64	72	90	105	150	220	250	300	380	480	3/8"
							84	95	110	125	170	280	420	515	600	800	1/2"
							150	180	215	280	350	500	750	900			3/4"
							230	260	320	400	560	600					1"
							260	300	350	450	680						1"1/4
500								30	40	50	75	100	130	150	180	230	1/4"
								50	80	100	150	220	260	300	380	480	3/8"
								100	115	130	185	320	450	530	640	800	1/2"
								200	240	300	400	550	800	900			3/4"
								280	330	400	590	600					1"
								300	350	450	680						1"1/4
750									30	45	65	100	130	150	180	230	1/4"
									60	90	150	220	275	320	380	480	3/8"
									100	140	220	350	450	550	650	800	1/2"
									190	280	410	650	800	950			3/4"
									250	390	570						1"
									320	410	680						1"1/4
1000										40	60	100	130	150	180	230	1/4"
										80	140	220	278	320	380	480	3/8"
										120	200	350	450	550	650	800	1/2"
										320	483	725	800	950			3/4"
										310	520						1"
										414	680						1"1/4

Dival Series 700



Overal dimensions in mm

Tipe	DN	S	A	B	B1	D	E	F	M	N
Dival 700	25x25	183	145	343	433	280	215	200	Rp1/2"	Rp1/4"
Dival 700	40x40	223	145	343	433	280	215	200	Rp1/2"	Rp1/4"
Dival 700	50x50	254	145	343	433	280	215	200	Rp1/2"	Rp1/4"
Dival 700	Rp 2"x2"	152,4	145	343	433	280	215	200	Rp1/2	Rp1/4

Weights in Kgf

Tipe	DN	Dival	Dival with slam-shut LA/...
Dival 700	25x25	15	16
Dival 700	40x40	17	18
Dival 700	50x50	20	21
Dival 700	Rp 2"x2"	18	19

Face to face dimensions S according to EN 334 and IEC 534-3

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Anexo 16

Ficha Técnica de Válvula de Alivio y de Seguridad Para GNS – Emerson

EMERSON

KUNKLE SERIES 6000 SAFETY VALVES
SAFETY AND RELIEF PRODUCTS

Bronze safety valves to ASME section I and VIII, steam, 'V' and 'UV'; section VIII, air/gas, 'UV' National Board certified including models to ASME section IV, steam 'HV'. PED certified for non-hazardous gas



MODEL 6010

FEATURES

- O-ring seats available for exceptional leak-free performance, reduced maintenance cost, multiple cycles with tight shutoff and improved seating integrity.
- Heavy duty casting.
- Wide hex on valve nozzle provides clearance for easy installation.
- Seats lapped to optical flatness.
- Dual control rings offer easy adjustability for precise opening with minimum pre-open or simmer and exact blowdown control.
- Pivot between disc and spring corrects misalignment and compensates for spring side thrust.
- Grooved piston type disc reduces sliding area and friction.
- Heavy duty lift lever assembly.
- Each valve tested and inspected for pressure setting and leakage.

GENERAL APPLICATION

These valves are suitable for use on steam boilers and generators, reciprocating or rotary, portable or stationary air/gas compressors, intercoolers and aftercoolers. Also for pressure vessels containing steam, air or non-hazardous gas and on pressure reducing stations.

TECHNICAL DATA

Connections:	Threaded NPT
Temperature Range[1]:	-60° to 425°F (-51° to 219°C)
Pressure Range[1]:	3 to 300 psig (0.2 to 20.7 barg)
Code:	ASME I, IV, VIII and PED

PRESSURE AND TEMPERATURE LIMITS[1]

Models 6010, 6021, 6182, 6121, 6283, 6221

Steam Service:	3 to 250 psig (0.2 to 17.2 barg) -60° to 406°F (-51° to 208°C)
Air/Gas Service:	3 to 300 psig (0.2 to 20.7 barg) -60° to 406°F (-51° to 208°C)

Models 6030, 6130, 6230

Steam and air/gas Service: 3 to 300 psig (0.2 to 20.7 barg) -60° to 425°F (-51° to 218°C)

SPECIFICATIONS

SERVICE RECOMMENDATIONS FOR SERIES 6000 RESILIENT SEAT/SEAL MATERIALS

Seat/Seal Materials	Service Recommendation
Viton® A (FKM) [-15 to 406°F [-26 to 208°C]]	Air and Gas
Ethylene propylene [-60 to 425°F [-51 to 218°C]]	Steam
Teflon® (PFA) [-60 to 406°F [-51 to 208°C]]	Steam

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

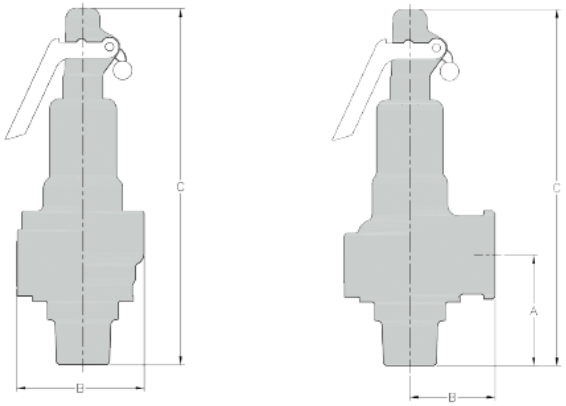
SPECIFICATIONS

		Connections ANSI Standard				Valve Dimensions, inch (mm)						Approximate Weight	
		Inlet		Outlet									
Model Number[1]	Orifice	inch	(mm)	inch	(mm)	A		B		C		lb	(kg)
60**DC#	D	½	(12.7)	¾	(19.0)	2⅛	(54)	1⅝	(41)	6½	(165)	1½	(0.7)
60**DD#[2]	D	¾	(19.0)	¾	(19.0)	2⅛	(54)	1⅝	(41)	6½	(165)	1¾	(0.8)
61**DC#	D	½	(12.7)	-	-	-	-	2⅜	(60)	6½	(165)	1¼	(0.6)
60**ED#	E	¾	(19.0)	1	(25.4)	2⅜	(60)	1¾	(44)	7½	(191)	2½	(1.1)
60**EE#[2]	E	1	(25.4)	1	(25.4)	2½[4]	(64)	1¾	(44)	7⅝[5]	(194)	2¾	(1.2)
61**ED#	E	¾	(19.0)	-	-	-	-	2⅞	(73)	7½	(191)	2¼	(1.0)
62**ED#	E	¾	(19.0)	1¼	(31.75)	2⅞	(73)	1¾	(44)	7½	(191)	2¾	(1.2)
60**FE#	F	1	(25.4)	1¼	(31.8)	2⅝	(67)	2	(51)	8½	(216)	3½	(1.6)
60**FF#[2]	F	1¼	(31.8)	1¼	(31.8)	2⅞	(73)	2	(51)	8¾	(222)	3¾	(1.7)
61**FE#	F	1	(25.4)	-	-	-	-	3⅛	(79)	8½	(222)	3¼	(1.5)
62**FE#	F	1	(25.4)	1½	(38.0)	2⅞	(73)	2	(51)	8½	(222)	3¾	(1.7)
60**GF#	G	1¼	(31.8)	1½	(38.0)	3⅛	(79)	2⅜	(60)	9⅝	(244)	5½	(2.5)
60**GG#[2]	G	1½	(38.0)	1½	(38.0)	3⅜	(86)	2⅜	(60)	9⅞	(251)	5¾	(2.6)
61**GF#	G	1¼	(31.8)	-	-	-	-	3¾	(95)	9⅝	(244)	5	(2.3)
62**GF#	G	1¼	(31.8)	2	(51.0)	3⅜	(86)	2¼	(57)	9⅝	(244)	5¾	(2.6)
60**HG#	H	1½	(38.0)	2	(51.0)	3⅝	(92)	2¾	(70)	10⅝	(270)	7¾	(3.5)
60**HH#[2]	H	2	(51.0)	2	(51.0)	4⅛	(105)	2¾	(70)	11⅛	(283)	8	(3.6)
61**HG#	H	1½	(38.0)	-	-	-	-	4⅜	(111)	10⅝	(270)	7¼	(3.3)
62**HG#	H	1½	(38.0)	2½	(64.0)	3⅞	(98)	3	(76)	10⅝	(270)	8	(3.6)
60**JH#	J	2	(51.0)	2½	(64.0)	4¼	(108)	3⅜	(86)	14⅛	(359)	15½	(7.0)
60**JJ#[2]	J	2½	(64.0)	2½	(64.0)	4½	(114)	3⅜	(86)	14¼	(362)	15¾	(7.2)
61**JH#	J	2	(51.0)	-	-	-	-	5	(127)	14⅛	(359)	15	(6.8)
62**JH#	J	2	(51.0)	3	(76.0)	4⅝	(117)	3⅜	(86)	14⅛	(359)	15½	(7.0)

Dimensions are for reference only.

NOTES

1. Replace asterisks with desired model number. Replace # with desired seat material.
2. Model 6030 and 6935 available only ½ x ¾" (12.7 x 19 mm), ¾ x 1" (19 x 25.4 mm), 1 x 1¼" (25.4 x 31.8 mm), 1¼ x 1½" (31.8 x 38 mm), 1½ x 2" (38 x 51 mm) and 2 x 2 ½" (51 x 64 mm).
3. Models 6933, 6934 and 6935 have same dimensions as model 6010.
4. 2¼" for BSP (57).
5. 7⅝" for BSP (192.5).



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

SELECTION GUIDE

Example:	6010	H	G	M	01	A	A	M	0015

Model

6010	**6130**	**6230**
6021	**6186**	**6933**
6030	**6283**	**6934**
6182	**6221**	**6935**
6121		

Orifice

D	**G**
E	**H**
F	**J**

Inlet size

C	½" (12.7)	**G**	1½" (38.1)
D	¾" (19.0)	**H**	2" (50.8)
E	1" (25.4)	**J**	2½" (63.5)
F	1¼" (31.8)		

Seat material

M	Metal
E	EPR
V	Viton® (FKM)
T	Teflon® (PFA) (models 6021, 6121, 6221, 6934 only)

Variation (01 to 99)

01	Plain lever
02	Plain lever with vibration dampener
03	Plain lever with gag
61	Plain lever with BSP threads
62	Plain lever with vibration dampener and BSP threads
63	Plain lever with gag and BSP threads

Design revision

Indicates non-interchangeable revision
Current design is at revision 'A'

Valve service

A	Steam ASME section I
K	Air/gas ASME section VIII
L	Steam ASME section VIII
G	Steam ASME section IV (models 6933, 6934, 6935 only)
P	Steam, non-code
N	Air, non-code

Spring material

M	SS

Set pressure

0015 15 psig (1.0 barg) only for models 6933, 6934, 6935

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Anexo 17

Ficha Técnica de Válvula de Bola 1/4 de Vuelta Para GNS – Pietro Fiorentini

Pietro Fiorentini ®

DIMENSIONI D'INGOMBRO VALVOLE A SFERA BAR STOCK FLANGIATE
OVERALL DIMENSIONS FLANGED BAR STOCK FLOATING BALL VALVES

PASSAGGIO TOTALE - *FULL BORE*

Fig. 750-1 CLASSE - CLASS 150

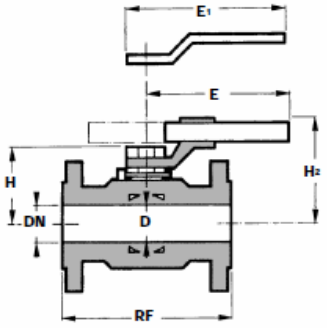
DN	RF	D	E(E1)	H	H2	PESO-*WEIGHT*
½"	108	13	(140)	43	75	2,5
¾"	118	19	(200)	54	85	3
1"	127	25	(200)	66	97	4,3
1¼"	140	32	(200)	71	102	6,5
1½"	165	38	350	89	114	10,9
2"	178	51	350	109	146	17,4
2½"	191	64	550	125	162	25,2
3"	203	76	550	142	182	36,5
POLLICI-*INCH*	MILLIMETRI - *MILLIMETERS*					KG. ≈

Fig. 750-6 CLASSE - CLASS 600

DN	RF	D	E(E1)	H	H2	PESO-*WEIGHT*
½"	165	13	(140)	43	75	3,2
¾"	191	19	(200)	54	85	3,8
1"	216	25	(235)	66	97	5,8
1¼"	229	32	(235)	71	102	8,4
1½"	241	38	350	89	114	13,2
2"	292	51	350	109	146	21,2
2½"	330	64	550	125	162	49,5
3"	356	76	550	142	182	60
POLLICI-*INCH*	MILLIMETRI - *MILLIMETERS*					KG. ≈

Fig. 750-3 CLASSE - CLASS 300

DN	RF	D	E(E1)	H	H2	PESO-*WEIGHT*
½"	140	13	(140)	43	75	2,9
¾"	152	19	(200)	54	85	3,4
1"	165	25	(200)	66	97	5
1¼"	178	32	(200)	71	102	7,14
1½"	191	38	350	89	114	12,0
2"	216	51	350	109	146	19,3
2½"	241	64	550	125	162	35,5
3"	283	76	550	142	182	45,5
POLLICI-*INCH*	MILLIMETRI - *MILLIMETERS*					KG. ≈



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

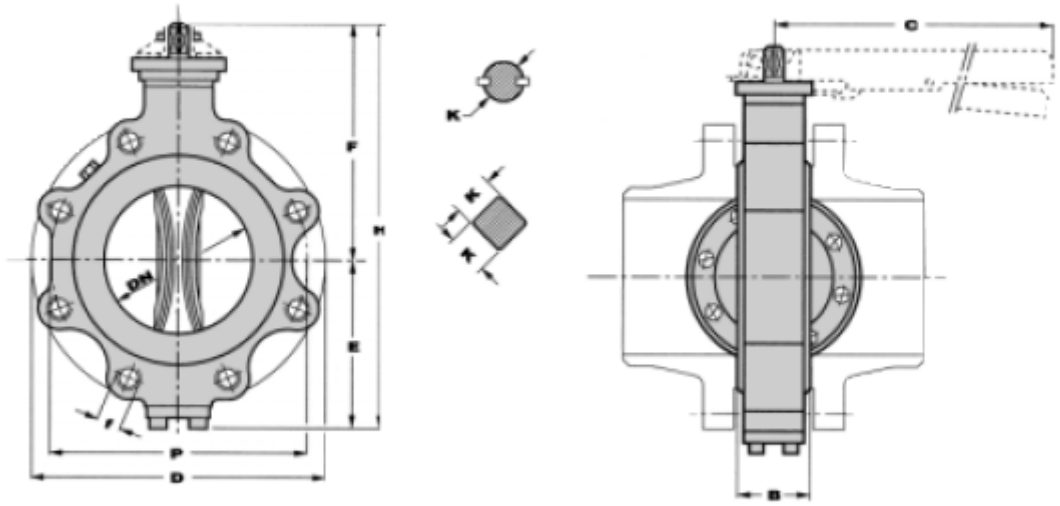
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Anexo 18

Ficha Técnica de Válvula de Mariposa 1/4 de Vuelta Para GNS – Pietro Fiorentini

Pietro Fiorentini®

INGOMBRI DIMENSIONI PESI
OVERALL DIMENSIONS WEIGHTS



DIMENSIONI in mm - *DIMENSIONS in mm*

DN	50	65	80	100	125	150	200	250
	2"	2 ½"	3"	4"	5"	6"	8"	10"
B	44	47	47	52	56	56	61	67
C	255	255	255	315	315	405	405	650
E	74	81	110	124	136	172	200	228
F	133	140	148	171	183	214	237	292
H	207	221	258	295	319	386	437	520
K	10x10	10x10	10x10	12x12	12x12	18x18	18x18	32f8

UNI PN 16

D	165	185	200	220	250	285	340	405
P	125	145	160	180	210	240	295	355
f	18	18	18	18	18	22	22	25
N. di viti - *No. of screws*	4	4	8	8	8	8	12	12
viti - *screws*	M16	M16	M16	M16	M16	M20	M20	M24

ANSI 150

D	152,4	177,8	190,5	228,6	254,0	279,4	342,9	406,4
P	120,6	139,7	152,4	190,5	215,9	241,3	298,4	361,9
f	19	19	19	19	22,2	22,2	22,2	25,4
N. di viti - *No. of screws*	4	4	4	8	8	8	8	12
viti - *screws*	M16	M16	M16	M16	M20	M20	M20	M22

PESO - *WEIGHT*

Kgf	4	5	7(6,5*)	10	14	18	30(29*)	51

* riferita a flangiatura ANSI 150 - *referred to flange ANSI 150*

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CARATTERISTICHE FUNZIONALI
FUNCTIONAL FEATURES

GRANDEZZA *SIZE*	DN 50 ÷ 250	
FLANGIATURA *FLANGING*	UNI PN 16	ANSI 150 RF
MAX PRESS. DI ESERCIZIO *MAX WORKING PRESSURE*	16 bar	19 bar
TEMPERAT. DI ESERCIZIO *WORKING TEMPERATURE*	In funzione degli anelli di tenuta (vedi prospetto relativo) *According to the sealing ring (see relevant tab.)*	
FLUIDI *FLUIDS*	Acqua, gas, aria compressa, prodotti alimentari, prodotti polvurenti, idrocarburi e fluidi sotto vuoto *Water, gas, compressed air, food products, powdery products, hydrocarbons and vacum fluids*	

MATERIALI
MATERIALS

CORPO *BODY*	DN 50 ÷ 200 ASTM A 105 = Ck35 DIN 17200 = XC38 NF A 35 552 DN 250 ST 52.3 DIN 17100 = FE 510.1 KW UNI 5869
FARFALLA *BUTTERFLY*	DN 50 ÷ 250 ASTM A105 = Ck35 DIN 17200 = XC38 NF A 35 552
STELO *STEM*	AISI 410
VITI FISSAGGIO ANELLI TENUTA *FIXING SCREWS FOR SEALING RING*	X5CrNi1810 UNI 6901 = AISI 304 X5CrNi 1809 DIN 17440 = Z6CN1809 NF A 573
GUIDA STELO SLEEVE	BOCCOLE AUTOLUBRIFICANTI *SELF-LUBRICATING SLEEVE*
ANELLI TENUTA CON ARMATURA INTERNA *REINFORCED SEALING RING*	(vedi prospetto relativo) *(see relevant tab.)*

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Anexo 19

Recibo de Suministro de DB5 al HRHD en Arequipa al Año 2019

Versión 19.02.00

ORDEN DE COMPRA - GUIA DE INTERNAMIENTO Nº

Nº Exp. SIAF :

Día	Mes	Año
13	08	2019

UNIDAD EJECUTORA : 402 REGION AREQUIPA-HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
NRO. IDENTIFICACIÓN :

1. DATOS DEL PROVEEDOR

Señor(es) : GRIFO J.H.P. E.I.R.LTDA.
Dirección : AV AVIACION NRO. 9 (CARRETERA A YURA)
AREQUIPA / AREQUIPA / CERRO COLORADO CCI:
RUC : Teléfono : Fax :

2. CONDICIONES GENERALES

Nº Cuadro Adquisic:
Tipo de Proceso :
Nº Contrato :
Moneda : S/ T/C :

Concepto : SUMINISTRO DE PETROLEO DISESL B5 S50 PARA CALDEROS DEL HRHD

Código	Cant.	Unid. Med.	Descripción	Precio Unitario S/	Precio Total S/
172100070020	18,000.	GALON	DIESEL B5 S50 - PETROPERU	12.430000	223,740.00
			ADQUISICION SOLICITADA POR LA OFICINA DE SERVICIOS GENERALES Y MANTENIMIENTO		
			ENTREGA: 01		
			PLAZO DE ENTREGA: 02 DIAS		
			(DOSCIENTOS VEINTITRES MIL SETECIENTOS CUARENTA Y 00/100 SOLES)		

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Anexo 20

Precio de Suministro de GLP por SOLGAS PRO al HRHD en Arequipa al Año 2019

Valor de Venta

Le ofrecemos el valor de venta de S/ 5,91 + IGV por galón. Este valor considera el producto puesto en las instalaciones del consumidor directo ubicadas en Arequipa, en la dirección proporcionada por EL CLIENTE durante la visita técnica.

El valor de venta está sujeto a variaciones de costo de materia prima en el terminal de Solgas.

Valor de Venta en S/ por galón sin IGV:



Servicios de valor agregado

- ✓ Garantía de suministro mediante nuestro terminal portuario
- Inspección técnica y mantenimiento para el correcto funcionamiento de la instalación y equipos.
- Póliza de seguro de responsabilidad civil hasta 300 UIT.
- ✓ Servicio especializado y servicio de atención de emergencias 24/7.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Anexo 21

Recibo de Servicio de Suministro de GNS por Cálidda al HNAL en Lima al Año 2021

Cálidda

Gas Natural de Lima y Callao S.A.
Calle Morelli cdra 1 s/n C.C. La Rambla
(Torre 2) Lima - Lima - San Borja
Concesión otorgada según Res. Sup. N° 015-2002-EM
www.calidda.com.pe

Cálidda declara su compromiso con la calidad en el servicio al cliente, la seguridad y salud de los colaboradores, contratistas, proveedores y visitantes y el respeto hacia el medio ambiente.

000036 R.U.C. N° [redacted] / Recibo de Distribución de Gas Natural N° [redacted]

CLIENTE: HOSPITAL NACIONAL ARZOBISPO LOAYZA
DIRECCIÓN DE FACTURACIÓN: AV ALFONSO UGARTE 848 Piso 1 CERCADO DE LIMA LIMA
DOCUMENTO DE IDENTIDAD: RUC [redacted]
DIRECCIÓN DE SUMINISTRO: AV ALFONSO UGARTE 848 Piso 1 CERCADO DE LIMA LIMA
GC - 214L02

USUARIO:
RUC/DNI:

PARA PAGOS Y/O CONSULTAS SU NÚMERO DE CLIENTE ES [redacted]

N° DE RECIBOS VENCIDOS	FECHA DE EMISIÓN
	13.08.2021

FECHA DE VENCIMIENTO
28.08.2021

TARIFAS APLICADAS

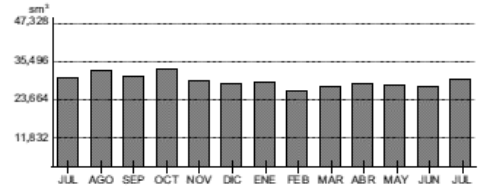
	Importe	Unidad
Tipo de Usuario	Regulado	
Tipo de Tarifa	Regulada	
Categoría Tarifaria	CAT-IP	
Gas Natural		
Precio Medio del Gas Natural pagado por el Distribuidor al Productor	0.4520	S/ / sm3
Costo Medio del Transporte *	0.2233375	S/ / sm3
Distribución Variable	0.1902903	S/ / sm3
Cargo Fijo		
Distribución Fijo	0.7087	S/ /(sm3-día)/mes
Comercialización Fijo	0.0866	S/ /(sm3-día)/mes

* Incluye recargo FISE (Ley 29852).

DETALLE DE CONSUMO

	Cantidad	Unidad
N° Medidor: 3400369536		
Lectura Anterior: 903,453 (30.06.2021)		
Lectura Actual: 928,207 (31.07.2021)		
Volumen Consumido a Condiciones de Lectura	24,754.00	m3
Factor de Corrección del Volumen	1.2922	
Volumen a Condiciones Estándares	31,986.52	sm3
Volumen Facturado	31,986.52	sm3
Poder Calorífico Superior Promedio del Gas Natural	0.0399800	GJ/sm3
Valor Mínimo Diario (VMD)	982.97	sm3/día

HISTORIAL DE CONSUMO



Consumo Promedio (13 meses): 31,212.86 sm3/mes

DETALLE DE FACTURACIÓN

	S/
Consumo del Periodo	**28,471.16**
Gas Natural	27,689.40
Cargo Fijo	781.76
Subtotal Conceptos Afectos a IGV	28,471.16
Impuesto General a las Ventas 18%	**5,124.81**
Total Facturado en el Mes	**33,595.97**
Redondeo mes anterior	0.09
Redondeo mes actual	- 0.06

Monto Total a Pagar: S/ 33,596.00

SON: TREINTA Y TRES MIL QUINIENTOS NOVENTA Y SEIS CON 00 /100 SOLES

MENSAJES AL CLIENTE

"La TOMA DE LECTURA se realiza los 7 PRIMEROS DÍAS DE CADA MES; para ello, estaremos visitando su instalación en el horario comprendido de 6.00 hasta las 19.00 horas, este trabajo estará a cargo de nuestra contratista asignada. Favor de comunicar a las áreas encargadas y permitan el ingreso a la estación de medición proporcionando las llaves a nuestra contratista que será devuelta al termino de la actividad".

DEUDA AL	IMPORTE A PAGAR
	S/ 33,596.00

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

PLANOS

PARA VISUALIZAR EL MODELO 3D DEL PROYECTO INGRESAR A:

https://drive.google.com/drive/folders/1X7sAlBGfpbpWb0bWzfVlJTqNF-R2hP9r?usp=sharing

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Disciplina	N° de Plano	Revisión	Descripción		
TODO EL PROYECTO				**OBSERVACIONES**	**FORMATO**
Mecánico					
1	UCSM-HRHD-SGM-SV-M-CO-PRY-001	OK	VISTA ISOMÉTRICA DEL SISTEMA DE GLP Y GNS		A1
2	UCSM-HRHD-SGM-SV-M-CO-PRY-002	OK	VISTA DE PLANTA DEL SISTEMA DE GLP Y GNS		A1
FASE I: SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO (GLP)				**OBSERVACIONES**	**FORMATO**
General					
3	UCSM-HRHD-SGM-SV-G-BA-GLP-001	OK	TOPOGRAFÍA: COORDENADAS Y ELEVACIONES		**A2**
4	UCSM-HRHD-SGM-CF-G-DA-GLP-001	OK	DISTRIBUCIÓN DE CALDERAS PIROTUBULARES		**A1**
5	UCSM-HRHD-SGM-SV-G-SK-GLP-001	OK	INSTALACIÓN TÍPICA DE SISTEMAS DE GLP		**A3**
6	UCSM-HRHD-SGM-SV-G-DA-GLP-002	OK	UBICACIÓN DEL SISTEMA DE GLP		**A1**
7	UCSM-HRHD-SGM-SV-G-BA-GLP-002	OK	ISOMÉTRICO LAYOUT DEL SISTEMA DE GLP		**A3**
P&ID					
8	UCSM-HRHD-SGM-SV-I-BA-GLP-001	OK	DIAGRAMA PID DEL SISTEMA DE GLP		**A1**
Mecánico					
9	UCSM-HRHD-SGM-SV-M-CO-GLP-001	OK	VISTA GENERAL DEL SISTEMA DE GLP		**A1**
10	UCSM-HRHD-SGM-SV-M-CO-GLP-002	OK	TAG DE LINEAS DE TUBERIA DEL SISTEMA DE GLP		**A1**
11	UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-001	OK	Desde S6-TK-01 hasta S6-VAP-01 (I)	S6-001-CS-1"-GLP	**A2**
12	UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-002	OK	Desde S6-TK-01 hasta S6-VAP-01 (II)	S6-001-CS-1"-GLP	**A2**
13	UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-003	OK	Desde S6-TK-01 hasta S6-VAP-01 (III)	S6-001-CS-1"-GLP	**A2**
14	UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-004	OK	Desde Tee hasta S6-VAP-02	S6-006-CS-1"-GLP	**A2**
15	UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-005	OK	Desde Tee hasta S6-VAP-03	S6-007-CS-1"-GLP	**A2**
16	UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-006	OK	Desde S6-TK-02 hasta Cruz	S6-002-CS-1"-GLP	**A2**
17	UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-007	OK	Desde S6-TK-03 hasta Tee	S6-003-CS-1"-GLP	**A2**
18	UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-008	OK	Desde S6-TK-05 hasta Cruz	S6-004-CS-1"-GLP	**A2**
19	UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-009	OK	Desde S6-TK-04 hasta Tee	S6-005-CS-1"-GLP	**A2**
20	UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-010	OK	Desde S6-VAP-01 hasta S6-REG-01	S6-008-CS-1"-GLP	**A2**
21	UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-011	OK	Desde S6-VAP-02 hasta S6-REG-02	S6-009-CS-1"-GLP	**A2**
22	UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-012	OK	Desde S6-VAP-03 hasta S6-REG-03	S6-010-CS-1"-GLP	**A2**
23	UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-013	OK	Desde S6-REG-01 hasta S6-DEC-01 (I)	S6-001-CS-1 1/4"-GLP	**A2**
24	UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-014	OK	Desde S6-REG-01 hasta S6-DEC-01 (II)	S6-001-CS-1 1/4"-GLP	**A2**
25	UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-015	OK	Desde S6-REG-02 hasta Tee	S6-002-CS-1 1/4"-GLP	**A2**
26	UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-016	OK	Desde S6-REG-03 hasta Tee	S6-003-CS-1 1/4"-GLP	**A2**
27	UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-017	OK	Desde S6-REG-04 hacia Tanques de GLP	S6-004-CS-1 1/4"-GLP	**A2**
28	UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-018	OK	Desde Tee hasta S6-TK-01 (I)	S6-007-CS-1 1/4"-GLP	**A2**
29	UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-019	OK	Desde Tee hasta S6-TK-01 (II)	S6-007-CS-1 1/4"-GLP	**A2**
30	UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-020	OK	Desde Tee hasta S6-TK-01 (III)	S6-007-CS-1 1/4"-GLP	**A2**
31	UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-021		Desde S6-DEC-01 hasta S6-REG-05 (I)	S6-005-CS-1 1/4"-GLP	**A2**
32	UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-022		Desde S6-DEC-01 hasta S6-REG-05 (II)	S6-005-CS-1 1/4"-GLP	**A2**
33	UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-023	OK	Desde Tee hasta S6-MEZ-01 (I)	S6-006-CS-1 1/4"-GLP	**A2**
34	UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-024	OK	Desde Tee hasta S6-MEZ-01 (II)	S6-006-CS-1 1/4"-GLP	**A2**
35	UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-025	OK	Desde Cruz hasta S6-TK-02	S6-008-CS-1 1/4"-GLP	**A2**
36	UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-026	OK	Desde Tee hasta S6-TK-03	S6-009-CS-1 1/4"-GLP	**A2**
37	UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-027	OK	Desde Tee hasta S6-TK-04	S6-010-CS-1 1/4"-GLP	**A2**
38	UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-028	OK	Desde Cruz hasta S6-TK-05	S6-011-CS-1 1/4"-GLP	**A2**
39	UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-029	OK	Salida de S6-MEZ-01 (I)	S6-001-CS-4"-GLP	**A2**
40	UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-030	OK	Salida de S6-MEZ-01 (II)	S6-001-CS-4"-GLP	**A2**
41	UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-031	OK	Salida de S6-MEZ-01 (III)	S6-001-CS-4"-GLP	**A2**
42	UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-032	OK	Salida de S6-MEZ-01 (IV)	S6-001-CS-4"-GLP	**A2**
43	UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-033	OK	Desde S6-REG-05 hasta S6-CAL-05 (I)	S6-001-CS-2 1/2"-GLP	**A2**
44	UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-034	OK	Desde S6-REG-05 hasta S6-CAL-05 (II)	S6-001-CS-2 1/2"-GLP	**A2**
45	UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-035	OK	Desde S6-REG-05 hasta S6-CAL-05 (III)	S6-001-CS-2 1/2"-GLP	**A2**
46	UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-036	OK	Desde S6-REG-05 hasta S6-CAL-05 (IV)	S6-001-CS-2 1/2"-GLP	**A2**
47	UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-037	OK	Desde Tee hasta S6-CAL-01 (I)	S6-002-CS-1 1/2"-GLP	**A2**
48	UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-038	OK	Desde Tee hasta S6-CAL-01 (II)	S6-002-CS-1 1/2"-GLP	**A2**
49	UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-039	OK	Desde Tee hasta S6-CAL-02 (I)	S6-001-CS-1 1/2"-GLP	**A2**
50	UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-040	OK	Desde Tee hasta S6-CAL-02 (II)	S6-001-CS-1 1/2"-GLP	**A2**
51	UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-041	OK	Distribuidor hacia S6-CAL-01 y S6-CAL-02	S6-002-CS-2"-GLP	**A2**
52	UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-042	OK	Desde Tee hasta S6-CAL-03 (I)	S6-001-CS-2"-GLP	**A2**
53	UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-043	OK	Desde Tee hasta S6-CAL-03 (II)	S6-001-CS-2"-GLP	**A2**
54	UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-044	OK	Distribuidor hacia S6-CAL-01, 02 y 03	S6-003-CS-2 1/2"-GLP	**A2**
55	UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-045	OK	Desde Tee hasta S6-CAL-04 (I)	S6-002-CS-2 1/2"-GLP	**A2**
56	UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-046	OK	Desde Tee hasta S6-CAL-04 (II)	S6-002-CS-2 1/2"-GLP	**A2**
57	UCSM-HRHD-SGM-SV-M-DA-GLP-001	OK	SOPORTERÍA PARA TUBERÍAS DE GLP		**A2**
58	UCSM-HRHD-SGM-SV-M-DA-GLP-002	OK	CERCO METÁLICO PARA EL SISTEMA DE GLP		**A1**
Civil					
59	UCSM-HRHD-SGM-S6-C-BA-GLP-001	OK	LOZA Y PEDESTALES DE CONCRETO PARA EQUIPOS DE GLP		**A1**
FASE II: SUMINISTRO DE GAS NATURAL SECO (GNS)				**OBSERVACIONES**	**FORMATO**
General					
60	UCSM-HRHD-SGM-SV-G-BA-GNS-001	OK	TOPOGRAFÍA: COORDENADAS Y ELEVACIONES		**A2**
61	UCSM-HRHD-SGM-SV-G-SK-GNS-001	OK	INSTALACIÓN TÍPICA DE SISTEMAS DE GNS		**A3**
62	UCSM-HRHD-SGM-S1-G-DA-GNS-001	OK	FRENTE ACTUAL DEL HRHD		**A1**
63	UCSM-HRHD-SGM-S1-G-DA-GNS-002	OK	UBICACIÓN FUTURA DE LA ERMP Y FRENTE DEL HRHD		**A1**

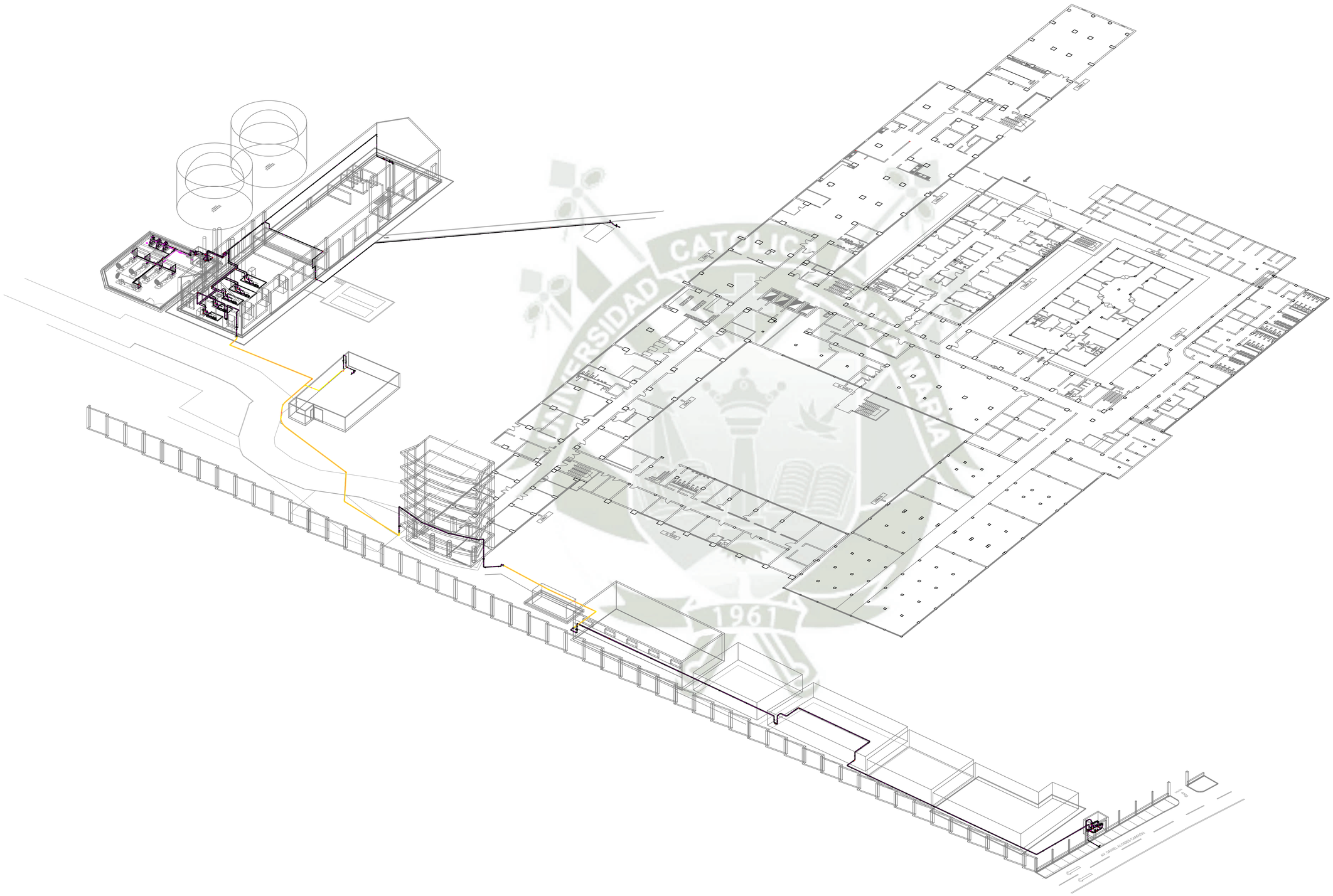
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

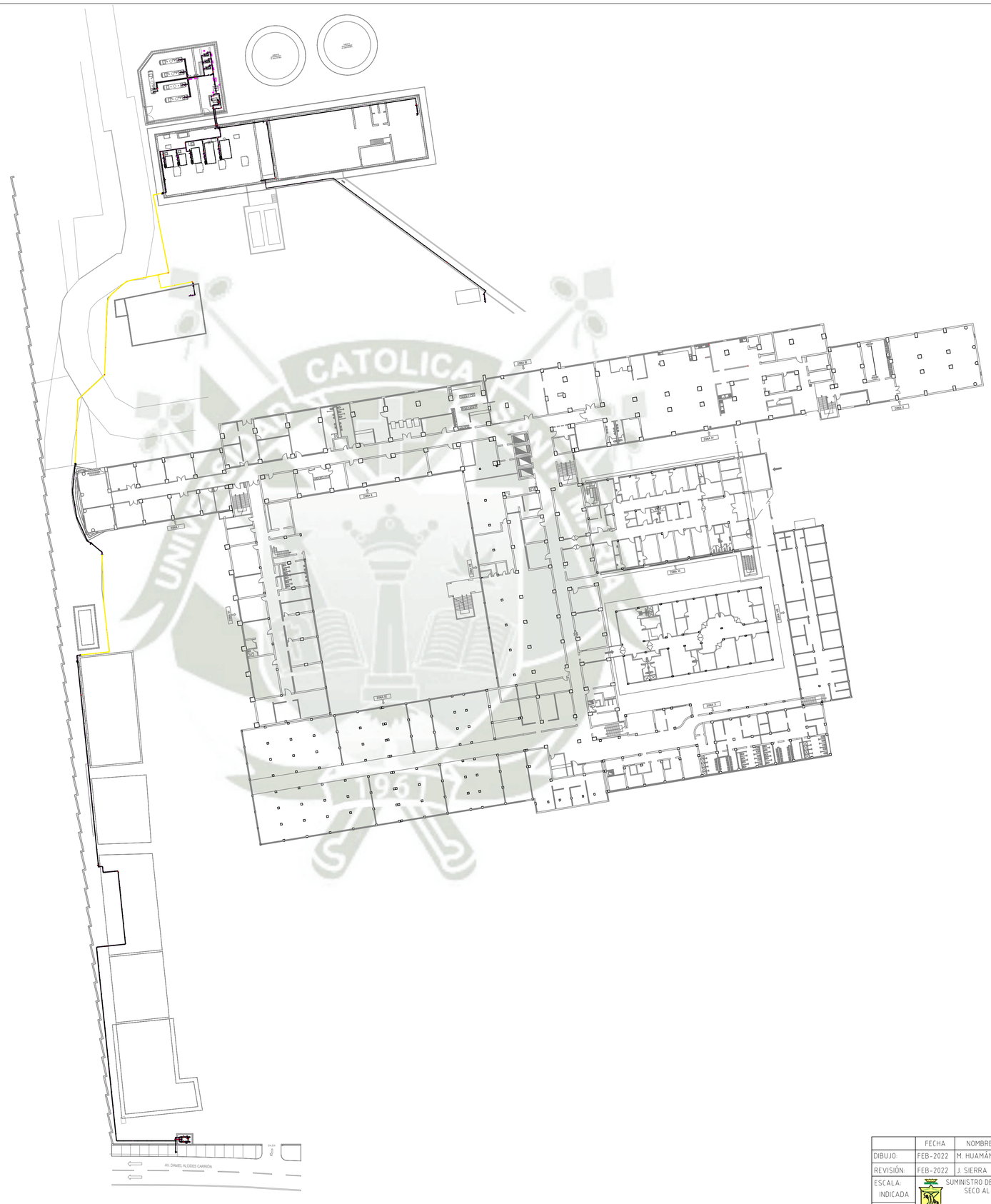
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

64	UCSM-HRHD-SGM-SV-G-BA-GNS-002	OK	ISOMÉTRICO LAYOUT DEL SISTEMA DE GNS		A3
P&ID					
65	UCSM-HRHD-SGM-SV-I-BA-GNS-001	OK	DIAGRAMA PID DEL SISTEMA DE GNS		A1
Mecánico					
66	UCSM-HRHD-SGM-SV-M-CO-GNS-001	OK	VISTA GENERAL DEL SISTEMA DE GNS		A1
67	UCSM-HRHD-SGM-SV-M-CO-GNS-002	OK	TAG DE LINEAS DE TUBERIA DEL SISTEMA DE GNS		A1
68	UCSM-HRHD-SGM-S1-M-DA-GNS-001	OK	Desde Línea de Servicio del Concesionario hasta ERMP (I	S1-001-CS-4"-GNS	A2
69	UCSM-HRHD-SGM-S1-M-DA-GNS-002	OK	Desde Línea de Servicio del Concesionario hasta ERMP (I	S1-001-CS-4"-GNS	A2
70	UCSM-HRHD-SGM-S1-M-DA-GNS-003	OK	Desde Línea de Servicio del Concesionario hasta ERMP (I	S1-001-CS-4"-GNS	A2
71	UCSM-HRHD-SGM-S1-M-DA-GNS-004	OK	Desde Línea de Servicio del Concesionario hasta ERMP (I	S1-001-CS-4"-GNS	A2
72	UCSM-HRHD-SGM-S1-M-DA-GNS-005	OK	Desde Línea de Servicio del Concesionario hasta ERMP (V	S1-001-CS-4"-GNS	A2
73	UCSM-HRHD-SGM-S1-M-DA-GNS-006	OK	Desde Línea de Servicio del Concesionario hasta ERMP (V	S1-001-CS-4"-GNS	A2
74	UCSM-HRHD-SGM-S1-M-DA-GNS-007	OK	Desde ERMP hasta Transición S2-TR-01 (I)	S1-002-CS-4"-GNS	A2
75	UCSM-HRHD-SGM-S1-M-DA-GNS-008	OK	Desde ERMP hasta Transición S2-TR-01 (II)	S1-002-CS-4"-GNS	A2
76	UCSM-HRHD-SGM-S1-M-DA-GNS-009	OK	Desde ERMP hasta Transición S2-TR-01 (III)	S1-002-CS-4"-GNS	A2
77	UCSM-HRHD-SGM-S1-M-DA-GNS-010	OK	Desde ERMP hasta Transición S2-TR-01 (IV)	S1-002-CS-4"-GNS	A2
78	UCSM-HRHD-SGM-S1-M-DA-GNS-011	OK	Desde ERMP hasta Transición S2-TR-01 (V)	S1-002-CS-4"-GNS	A2
79	UCSM-HRHD-SGM-S1-M-DA-GNS-012	OK	Desde ERMP hasta Transición S2-TR-01 (VI)	S1-002-CS-4"-GNS	A2
80	UCSM-HRHD-SGM-S1-M-DA-GNS-013	OK	Desde ERMP hasta Transición S2-TR-01 (VII)	S1-002-CS-4"-GNS	A2
81	UCSM-HRHD-SGM-S2-M-DA-GNS-001	OK	Desde Transición S2-TR-01 hasta Transición S3-TR-01	S2-001-PE-5"-GNS	A2
82	UCSM-HRHD-SGM-S3-M-DA-GNS-001	OK	Desde Transición S3-TR-01 hasta Transición S4-TR-01 (I)	S3-001-CS-4"-GNS	A2
83	UCSM-HRHD-SGM-S3-M-DA-GNS-002	OK	Desde Transición S3-TR-01 hasta Transición S4-TR-01 (II)	S3-001-CS-4"-GNS	A2
84	UCSM-HRHD-SGM-S4-M-DA-GNS-001	OK	Desde Transición S4-TR-01 hasta Transición CF-TR-01 (I)	S4-001-PE-5"-GNS	A2
85	UCSM-HRHD-SGM-S4-M-DA-GNS-002	OK	Desde Transición S4-TR-01 hasta Transición CF-TR-01 (II)	S4-001-PE-5"-GNS	A2
86	UCSM-HRHD-SGM-S4-M-DA-GNS-003	OK	Desde Transición S4-TR-01 hasta Transición CF-TR-01 (III)	S4-001-PE-5"-GNS	A2
87	UCSM-HRHD-SGM-S4-M-DA-GNS-004	OK	Desde Tee HDPE hasta Transición S5-TR-01 (I)	S4-001-PE-2"-GNS	A2
88	UCSM-HRHD-SGM-S4-M-DA-GNS-005	OK	Desde Tee HDPE hasta Transición S5-TR-01 (II)	S4-001-PE-2"-GNS	A2
89	UCSM-HRHD-SGM-S5-M-DA-GNS-001	OK	Desde Transición S5-TR-01 hasta Calderín (I)	S5-001-CS-2"-GNS	A2
90	UCSM-HRHD-SGM-S5-M-DA-GNS-002	OK	Desde Transición S5-TR-01 hasta Calderín (II)	S5-001-CS-2"-GNS	A2
91	UCSM-HRHD-SGM-CF-M-DA-GNS-001	OK	Desde Transición CF-TR-01 hasta Tee Acero (I)	CF-001-CS-4"-GNS	A2
92	UCSM-HRHD-SGM-CF-M-DA-GNS-002	OK	Desde Transición CF-TR-01 hasta Tee Acero (II)	CF-001-CS-4"-GNS	A2
93	UCSM-HRHD-SGM-CF-M-DA-GNS-003	OK	Desde Transición CF-TR-01 hasta Tee Acero (III)	CF-001-CS-4"-GNS	A2
94	UCSM-HRHD-SGM-CF-M-DA-GNS-004	OK	Desde Transición CF-TR-01 hasta Tee Acero (IV)	CF-001-CS-4"-GNS	A2
95	UCSM-HRHD-SGM-CF-M-DA-GNS-005	OK	Desde Tee Acero hasta S6-CAL-01 (I)	CF-001-CS-2 1/2"-GNS	A2
96	UCSM-HRHD-SGM-CF-M-DA-GNS-006	OK	Desde Tee Acero hasta S6-CAL-01 (II)	CF-001-CS-2 1/2"-GNS	A2
97	UCSM-HRHD-SGM-CF-M-DA-GNS-007	OK	Desde Tee Acero hasta S6-CAL-02 (I)	CF-002-CS-2 1/2"-GNS	A2
98	UCSM-HRHD-SGM-CF-M-DA-GNS-008	OK	Desde Tee Acero hasta S6-CAL-02 (II)	CF-002-CS-2 1/2"-GNS	A2
99	UCSM-HRHD-SGM-CF-M-DA-GNS-009	OK	Desde Tee Acero hasta S6-CAL-03 (I)	CF-001-CS-3"-GNS	A2
100	UCSM-HRHD-SGM-CF-M-DA-GNS-010	OK	Desde Tee Acero hasta S6-CAL-03 (II)	CF-001-CS-3"-GNS	A2
101	UCSM-HRHD-SGM-CF-M-DA-GNS-011	OK	Desde Tee Acero hasta S6-CAL-04 (I)	CF-001-CS-3 1/2"-GNS	A2
102	UCSM-HRHD-SGM-CF-M-DA-GNS-012	OK	Desde Tee Acero hasta S6-CAL-04 (II)	CF-001-CS-3 1/2"-GNS	A2
103	UCSM-HRHD-SGM-CF-M-DA-GNS-013	OK	Desde Tee Acero hasta S6-CAL-05 (Proyectado) (I)	CF-002-CS-3 1/2"-GNS	A2
104	UCSM-HRHD-SGM-CF-M-DA-GNS-014	OK	Desde Tee Acero hasta S6-CAL-05 (Proyectado) (II)	CF-002-CS-3 1/2"-GNS	A2
105	UCSM-HRHD-SGM-CF-M-DA-GNS-015	OK	Distribuidor para Cocina y Grupo Electrógeno	CF-002-CS-3"-GNS	A2
106	UCSM-HRHD-SGM-CF-M-DA-GNS-016	OK	Desde Tee hasta Manifold para Cocina (I)	CF-001-CS-1 1/2"-GNS	A2
107	UCSM-HRHD-SGM-CF-M-DA-GNS-017	OK	Desde Tee hasta Manifold para Cocina (II)	CF-001-CS-1 1/2"-GNS	A2
108	UCSM-HRHD-SGM-CF-M-DA-GNS-018	OK	Desde Tee hasta Manifold para Cocina (III)	CF-001-CS-1 1/2"-GNS	A2
109	UCSM-HRHD-SGM-CF-M-DA-GNS-019	OK	Desde Tee hasta Manifold para Cocina (IV)	CF-001-CS-1 1/2"-GNS	A2
110	UCSM-HRHD-SGM-CF-M-DA-GNS-020	OK	Desde Tee hasta Grupo Electrógeno (I)	CF-003-CS-2 1/2"-GNS	A2
111	UCSM-HRHD-SGM-CF-M-DA-GNS-021	OK	Desde Tee hasta Grupo Electrógeno (II)	CF-003-CS-2 1/2"-GNS	A2
112	UCSM-HRHD-SGM-SV-M-DA-GNS-001	OK	SOPORTERÍA PARA TUBERÍAS DE GNS (I)		A2
113	UCSM-HRHD-SGM-SV-M-DA-GNS-002	OK	SOPORTERÍA PARA TUBERÍAS DE GNS (II)		A2

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA	
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN			
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA			
ESCALA: INDICADA	SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO PLANO GENERAL VISTA ISOMÉTRICA DEL SISTEMA DE GLP Y GNS				Nº DE PLANO:
					UCSM-HRHD-SGM-SV-M-CO-PRY-001
ID: 1					REV. B



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA	
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN			
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA			
ESCALA: INDICADA	SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO PLANO GENERAL VISTA DE PLANTA DEL SISTEMA DE GLP Y GNS				Nº DE PLANO:
ID: 2					UCSM-HRHD-SGM-SV-M-CO-PRY-002
					REV. B



VISTA DE PLANTA - TOPOGRAFÍA: COORDENADAS Y ELEVACIONES

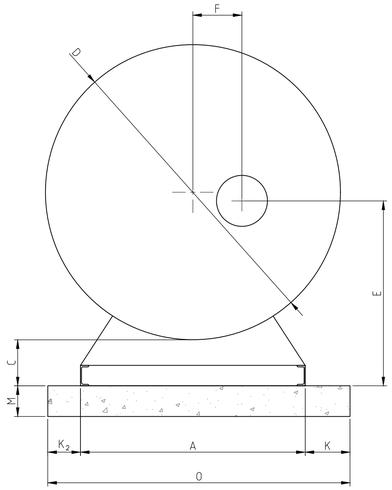
ESCALA: 1:500

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

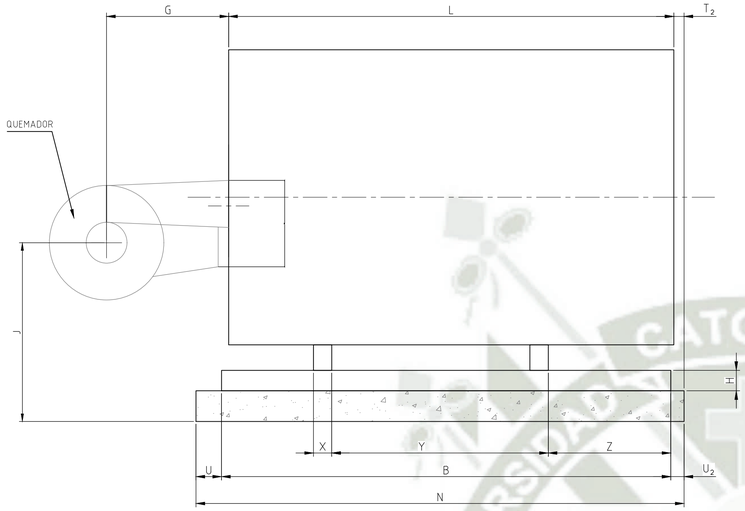
ESCALA: INDICADA	SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO FASE I: GAS LICUADO DE PETRÓLEO TOPOGRAFÍA: COORDENADAS Y ELEVACIONES	N° DE PLANO:
		UCSM-HRHD-SGM-SV-G-BA-GLP-001
ID: 3		REV. B

TIPICO CALDERA



VISTA FRONTAL DE CALDERA

ESC: 1/15



VISTA LATERAL DE CALDERA

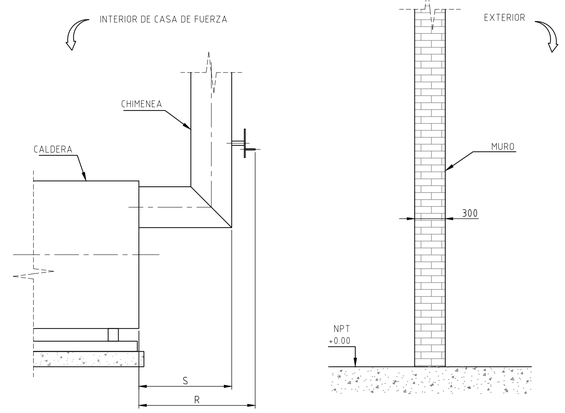
ESC: 1/15

CALDERAS DE CASA DE FUERZA					
ITEM	POTENCIA (BHP)				
	C1	C2	C3	C4	C5
	50 BHP	50 BHP	100 BHP	150 BHP	200 BHP
A	1100	1105	1255	1680	1790
B	2200	2200	2910	4500	4720
C	225	240	245	575	465
D	1445	1450	1600	1810	1960
E	905	915	975	1125	915
F	240	240	270	0	0
G	598	605	620	-	-
H	100	100	160	160	200
L	2180	2180	2930	4000	4240
M	150	110	150	115	135
N	2390	2390	3300	4520	3980
O	1480	1485	1695	1895	2090

ITEM	C1	C2	C3	C4	C5
	50 BHP	50 BHP	100 BHP	150 BHP	200 BHP
P	3015	3015	3010	2485	3205
Q	895	930	1220	-	-
R	1140	1180	1660	360	320
S	910	970	1420	235	200
T_2	50	65	290	0	190
U_2	65	60	260	370	115
K_2	160	195	180	225	245
W	3720	3695	3480	3020	3020
J	875	870	940	1255	1060
X	90	90	150	205	154
Y	1060	1060	1060	2615	3400
Z	600	600	900	250	25

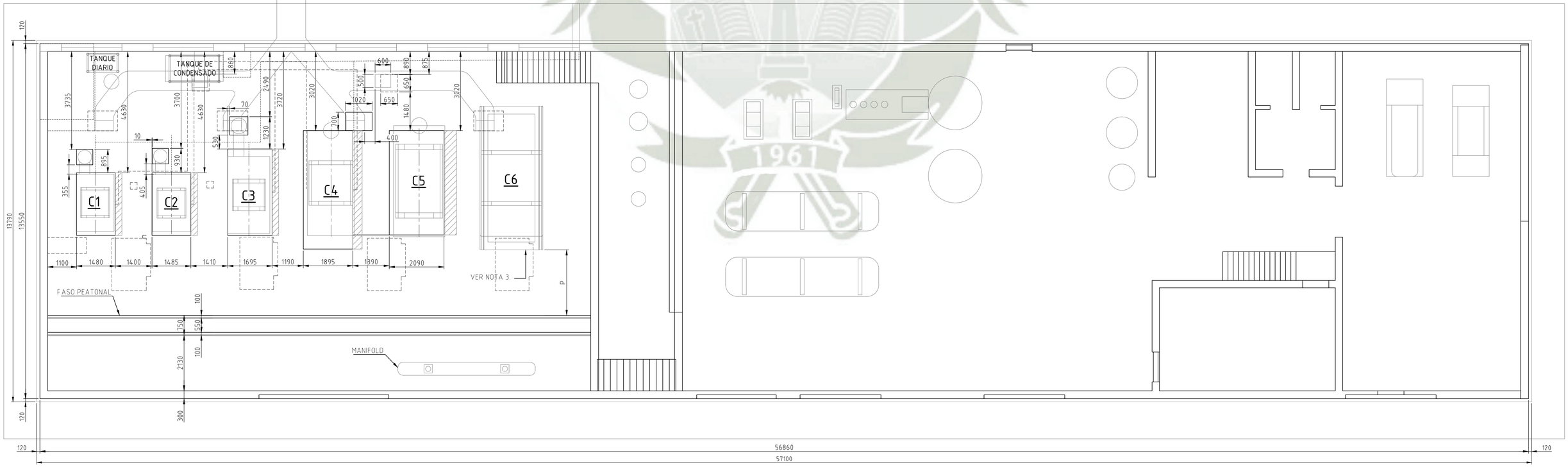
NOTAS:

1. LAS CALDERAS DE LA SIGUIENTE MANERA:
   - C1: CALDERA LOOS INTERNATIONAL BOILER 50 BHP
   - C2: CALDERA LOOS INTERNATIONAL BOILER 50 BHP
   - C3: CALDERA LOOS INTERNATIONAL BOILER 100 BHP
   - C4: CALDERA DISTRAL 150 BHP
   - C5: CALDERA THOMASVILLE BOILER CO. 200 BHP
2. QUEMADORES SIMPLES DE LA SIGUIENTE MANERA:
   - C1: WEISHAUPT BURNER L7Z 1965 kW
   - C2: WEISHAUPT BURNER L7Z 1965 kW
   - C3: WEISHAUPT BURNER L8Z 2740 kW
   - C4: QUEMADOR SIMPLE DE DB5
   - C5: QUEMADOR SIMPLE DE DB5
3. LAS CALDERAS C5 Y C6 SE ENCUENTRAN NO OPERATIVAS.
4. SE REALIZARÁ EL CAMBIO/REPOSICIÓN DE LA CALDERA C5 POR SU ANTIGUEDAD.



DETALLE DE CHIMENEA

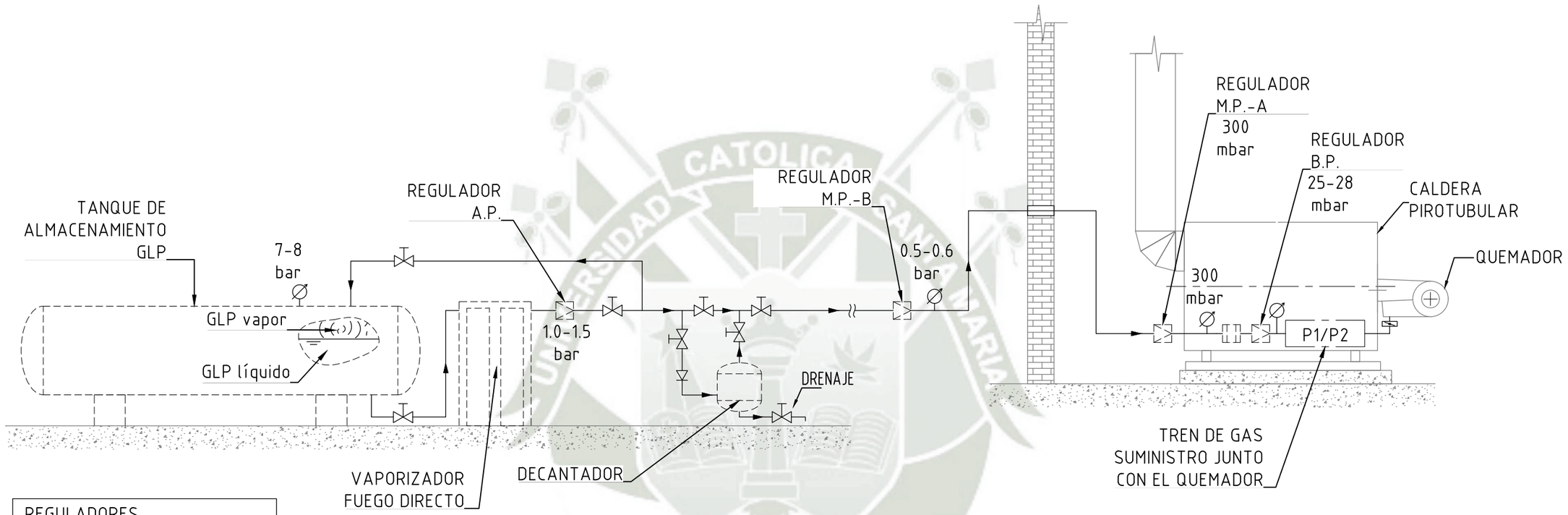
ESC: 1/30



VISTA DE PLANTA DE CASA DE FUERZA / SALA DE CALDERAS

ESC: 1/75

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA	
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN			
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA			
ESCALA: INDICADA	SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO FASE I: GAS LICUADO DE PETRÓLEO DISTRIBUCIÓN DE CALDERAS PIROTUBULARES			Nº DE PLANO:	
ID: 4				UCSM-HRHD-SGM-CF-G-DA-GLP-001	REV. B

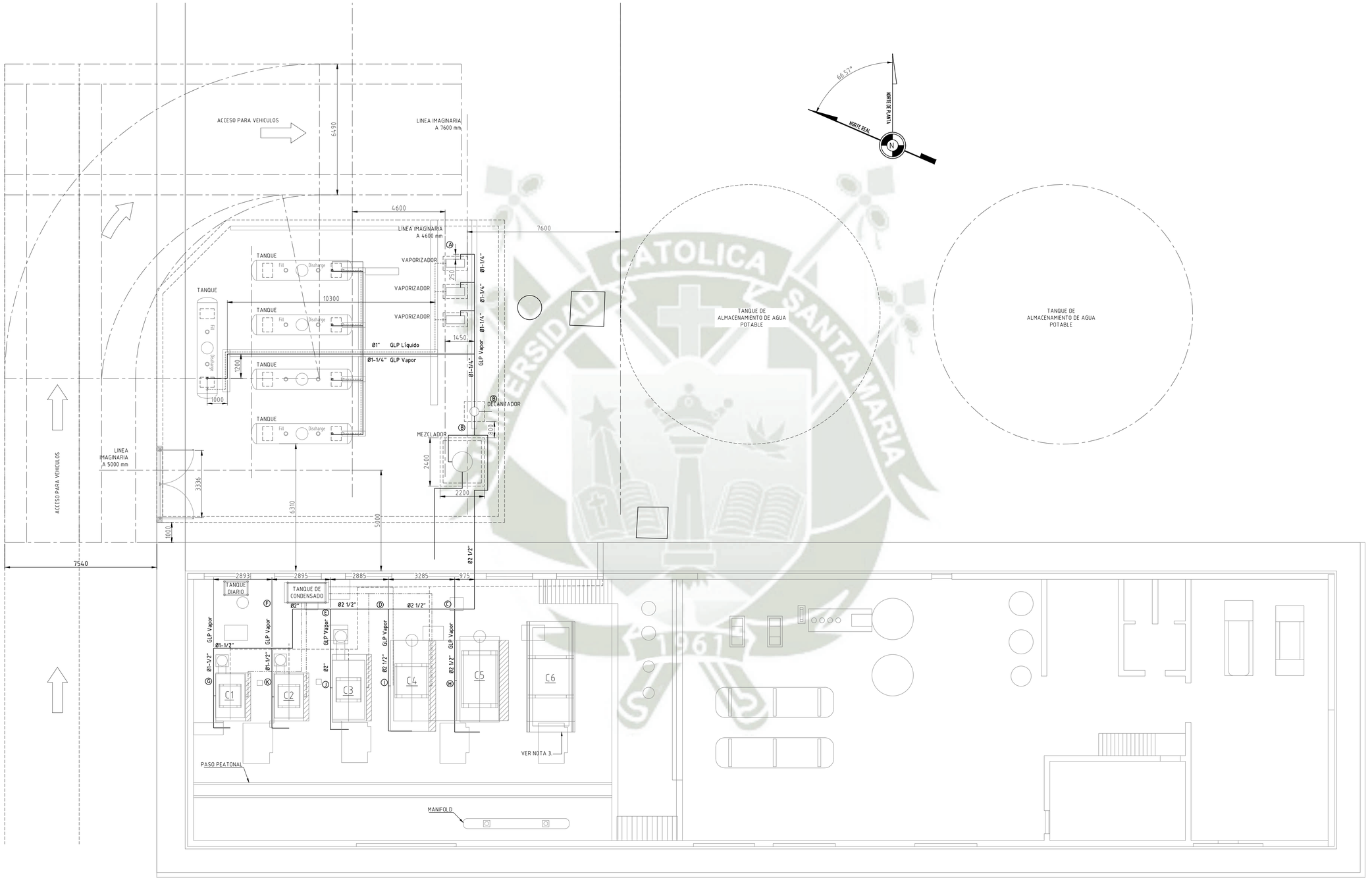


REGULADORES
- A.P. : ALTA PRESIÓN
- M.P. : MEDIA PRESIÓN (A, B)
- B.P. : BAJA PRESIÓN

INSTALACIÓN TÍPICA DE SISTEMAS DE GLP

ESCALA: S/E

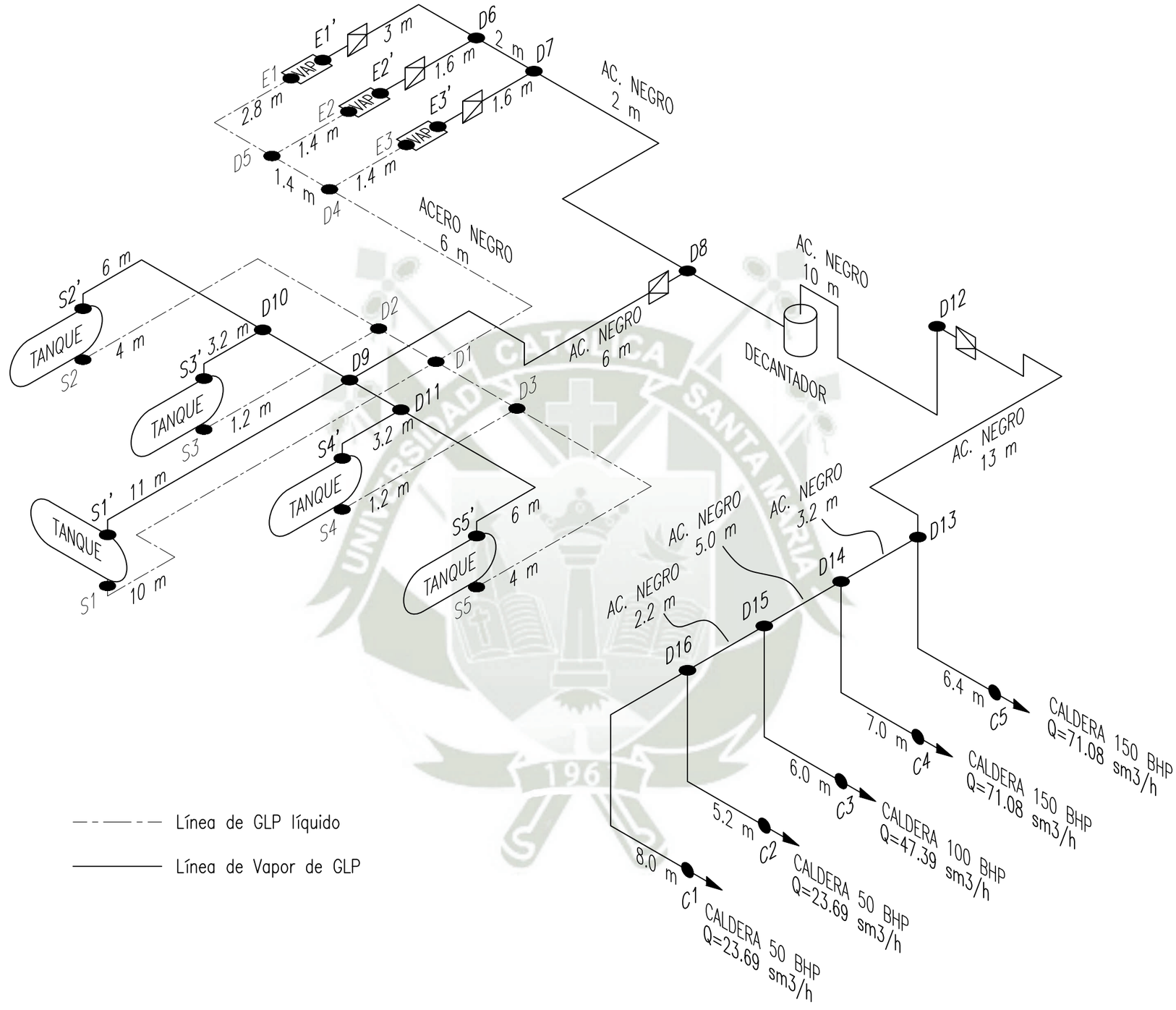
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA	
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN			
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA			
ESCALA: INDICADA	SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO FASE I: GAS LICUADO DE PETRÓLEO INSTALACIÓN TÍPICA DE SISTEMAS DE GLP			N° DE PLANO:	
				UCSM-HRHD-SGM-SV-G-SK-GLP-001	
ID: 5					REV. B



VISTA DE PLANTA - UBICACIÓN DEL SISTEMA DE GLP

ESCALA: 1:100

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA	
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN			
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA			
ESCALA: INDICADA	SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO FASE I: GAS LICUADO DE PETRÓLEO UBICACIÓN DEL SISTEMA DE GLP				N° DE PLANO:
ID: 6					UCSM-HRHD-SGM-SV-G-DA-GLP-002
					REV. B

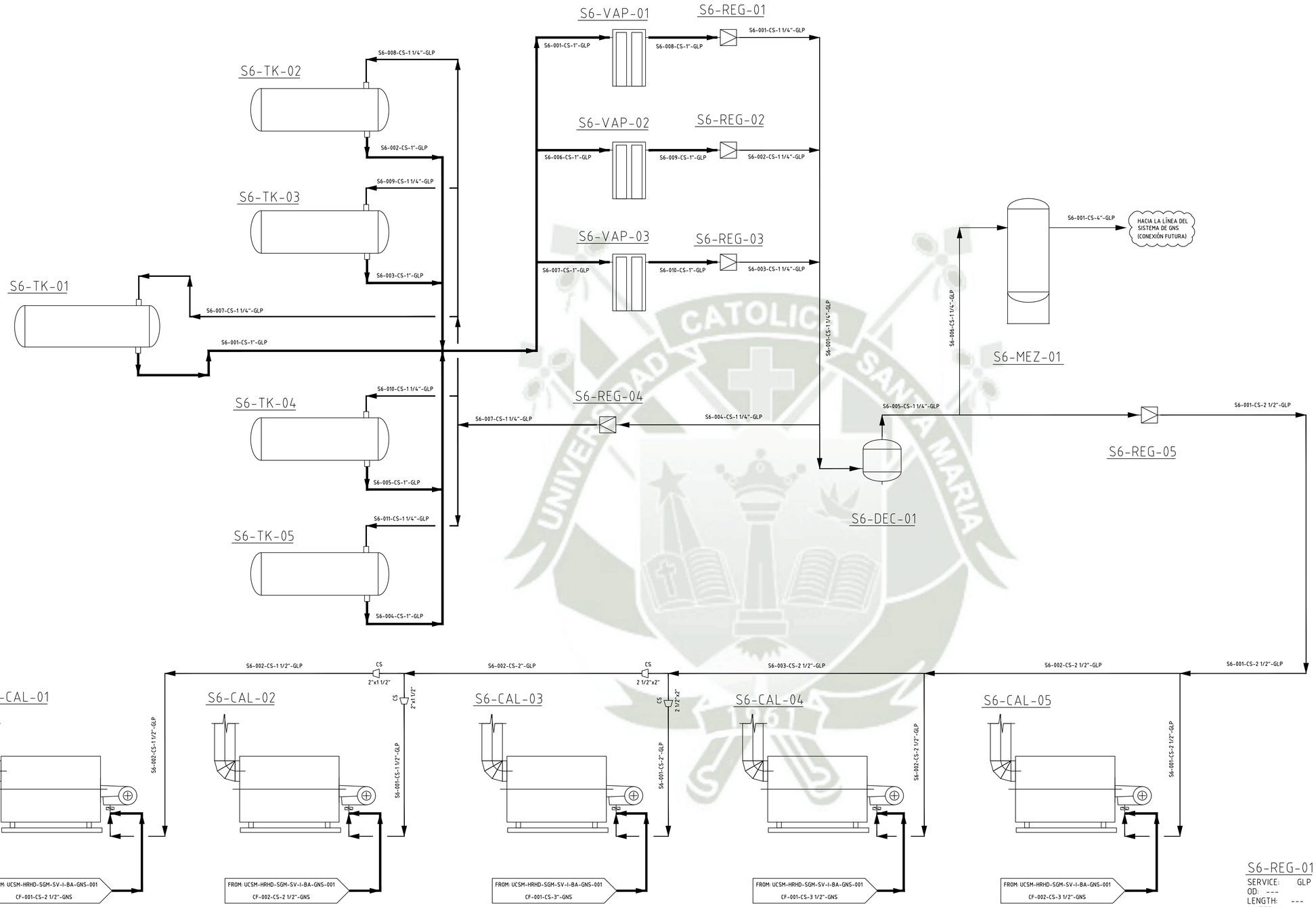


Línea de GLP líquido

Línea de Vapor de GLP

PLANO LAY OUT - ISOMÉTRICO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA	
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN			
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA			
ESCALA: INDICADA	SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO FASE I: GAS LICUADO DE PETRÓLEO ISOMÉTRICO LAYOUT DEL SISTEMA DE GLP			N° DE PLANO:	
ID: 7				UCSM-HRHD-SGM-SV-G-BA-GLP-002	REV. B



S6-REG-01
SERVICE: GLP
OD: ---
LENGTH: ---
MATERIAL: ---

S6-REG-02
SERVICE: GLP
OD: ---
LENGTH: ---
MATERIAL: ---

S6-REG-03
SERVICE: GLP
OD: ---
LENGTH: ---
MATERIAL: ---

S6-CAL-01
SERVICE: VAPOR DE AGUA
OD: Ø1445
LENGTH: 2180
MATERIAL: SEGÚN ASME SECC.VIII

S6-CAL-02
SERVICE: VAPOR DE AGUA
OD: Ø1450
LENGTH: 2180
MATERIAL: SEGÚN ASME SECC.VIII

S6-CAL-03
SERVICE: VAPOR DE AGUA
OD: Ø1600
LENGTH: 2930
MATERIAL: SEGÚN ASME SECC.VIII

S6-CAL-04
SERVICE: VAPOR DE AGUA
OD: Ø1810
LENGTH: 4000
MATERIAL: SEGÚN ASME SECC.VIII

S6-CAL-05
SERVICE: VAPOR DE AGUA
OD: Ø1960
LENGTH: 4240
MATERIAL: SEGÚN ASME SECC.VIII

S6-REG-04
SERVICE: GLP
OD: ---
LENGTH: ---
MATERIAL: ---

S6-REG-05
SERVICE: GLP
OD: ---
LENGTH: ---
MATERIAL: ---

S6-DEC-01
SERVICE: GLP
OD: ---
LENGTH: ---
MATERIAL: SEGÚN ASME SECC.VIII

S6-TK-01
TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE GLP
INTERNAL: 250 PSI @ -20 A 150°F
EXTERNAL: ATM @ 20°C
Ø1000 X 4700
ASME SECC. VIII DIV.1 UG-27
C.A.: 1 MM
N.D.E. TESTING: ---

S6-TK-02
TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE GLP
INTERNAL: 250 PSI @ -20 A 150°F
EXTERNAL: ATM @ 20°C
Ø1000 X 4700
ASME SECC. VIII DIV.1 UG-27
C.A.: 1 MM
N.D.E. TESTING: ---

S6-TK-03
TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE GLP
INTERNAL: 250 PSI @ -20 A 150°F
EXTERNAL: ATM @ 20°C
Ø1000 X 4700
ASME SECC. VIII DIV.1 UG-27
C.A.: 1 MM
N.D.E. TESTING: ---

S6-TK-04
TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE GLP
INTERNAL: 250 PSI @ -20 A 150°F
EXTERNAL: ATM @ 20°C
Ø1000 X 4700
ASME SECC. VIII DIV.1 UG-27
C.A.: 1 MM
N.D.E. TESTING: ---

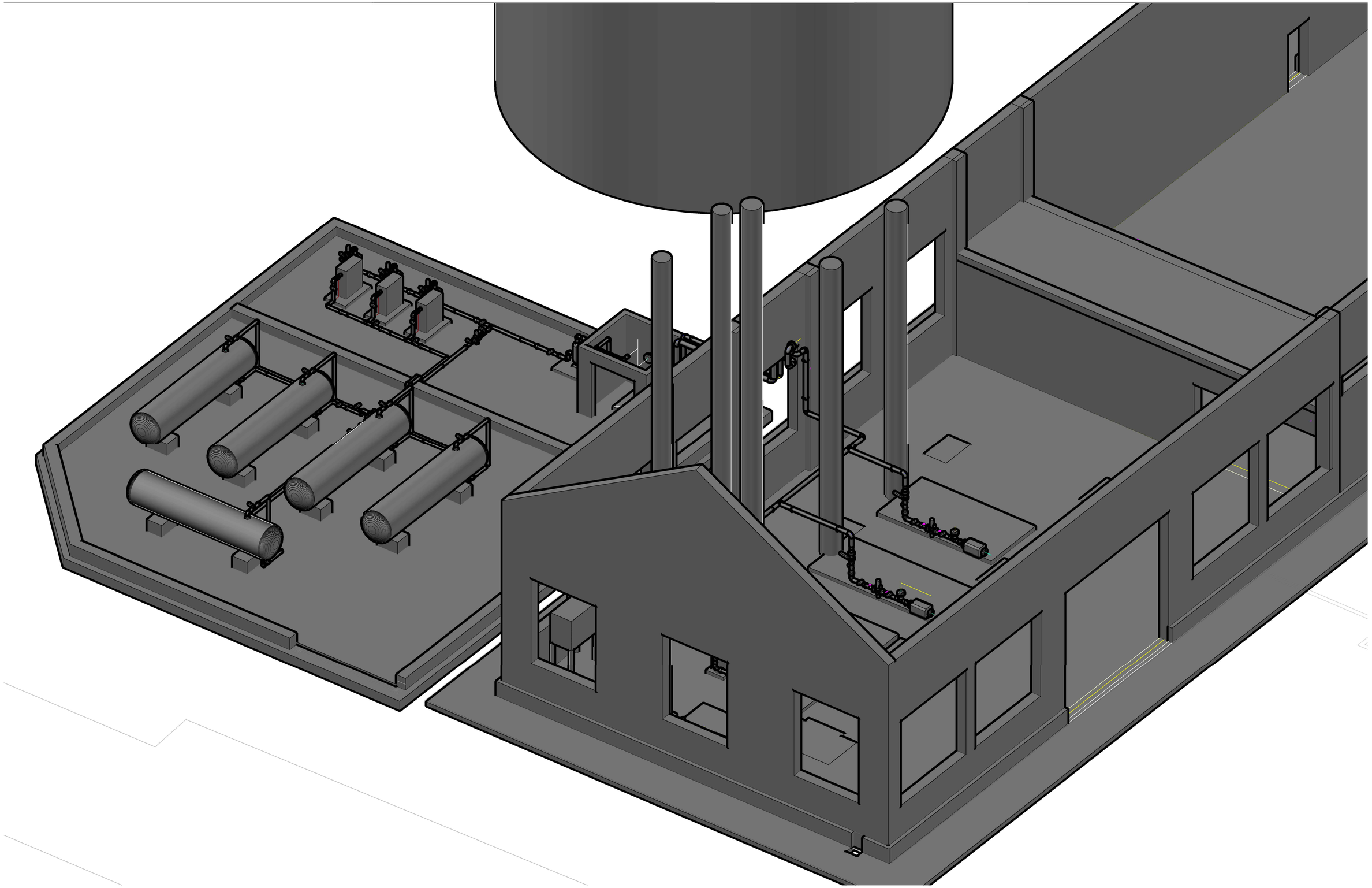
S6-TK-05
TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE GLP
INTERNAL: 250 PSI @ -20 A 150°F
EXTERNAL: ATM @ 20°C
Ø1000 X 4700
ASME SECC. VIII DIV.1 UG-27
C.A.: 1 MM
N.D.E. TESTING: ---

S6-VAP-01
SERVICE: GLP
OD: ---
LENGTH: ---
MATERIAL: ---

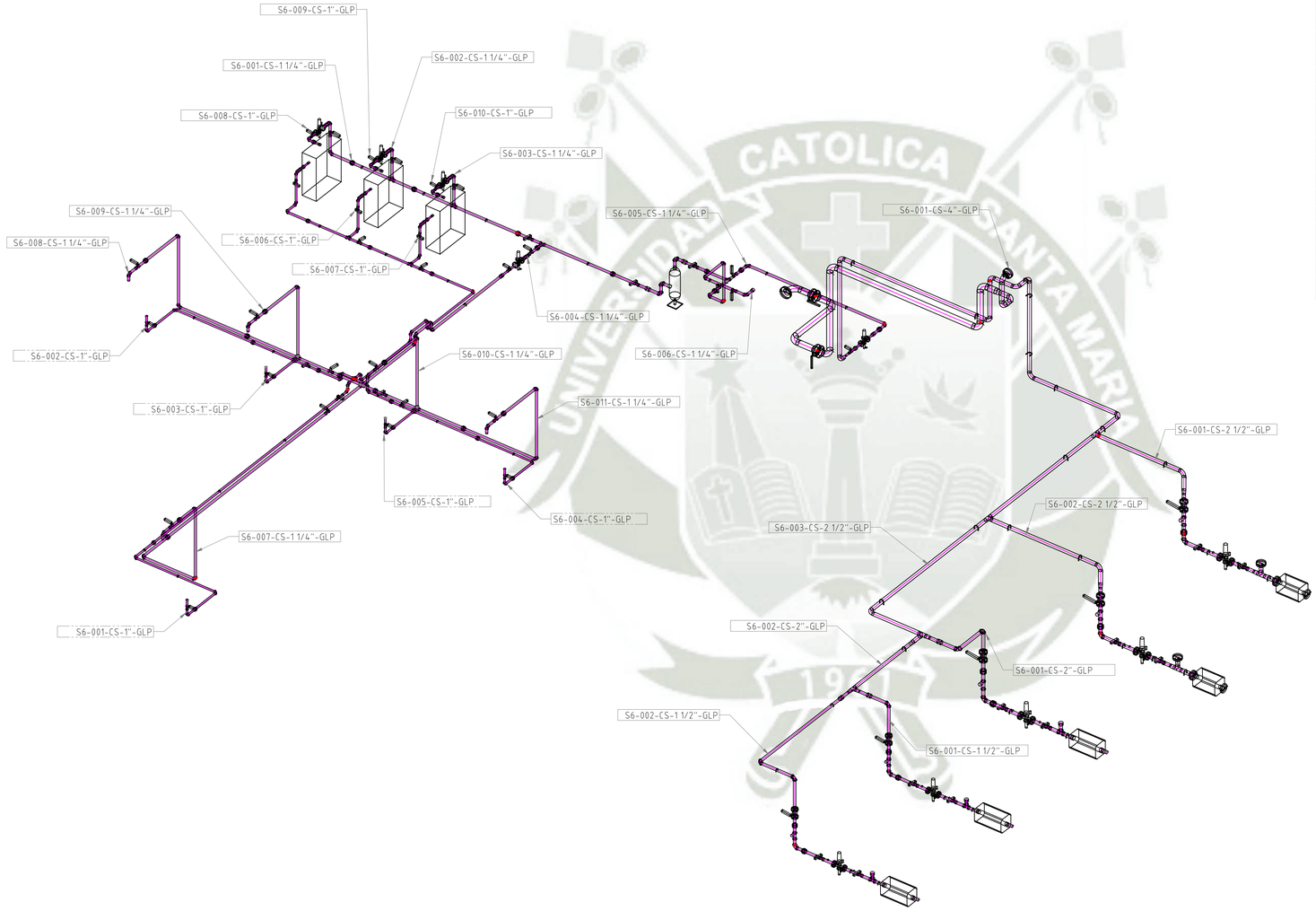
S6-VAP-02
SERVICE: GLP
OD: ---
LENGTH: ---
MATERIAL: ---

S6-VAP-03
SERVICE: GLP
OD: ---
LENGTH: ---
MATERIAL: ---

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA	
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN			
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA			
ESCALA: INDICADA	SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO FASE I: GAS LICUADO DE PETRÓLEO DIAGRAMA PID DEL SISTEMA DE GLP			Nº DE PLANO:	
ID: 8				UCSM-HRHD-SGM-SV-I-BA-GLP-001	REV. B



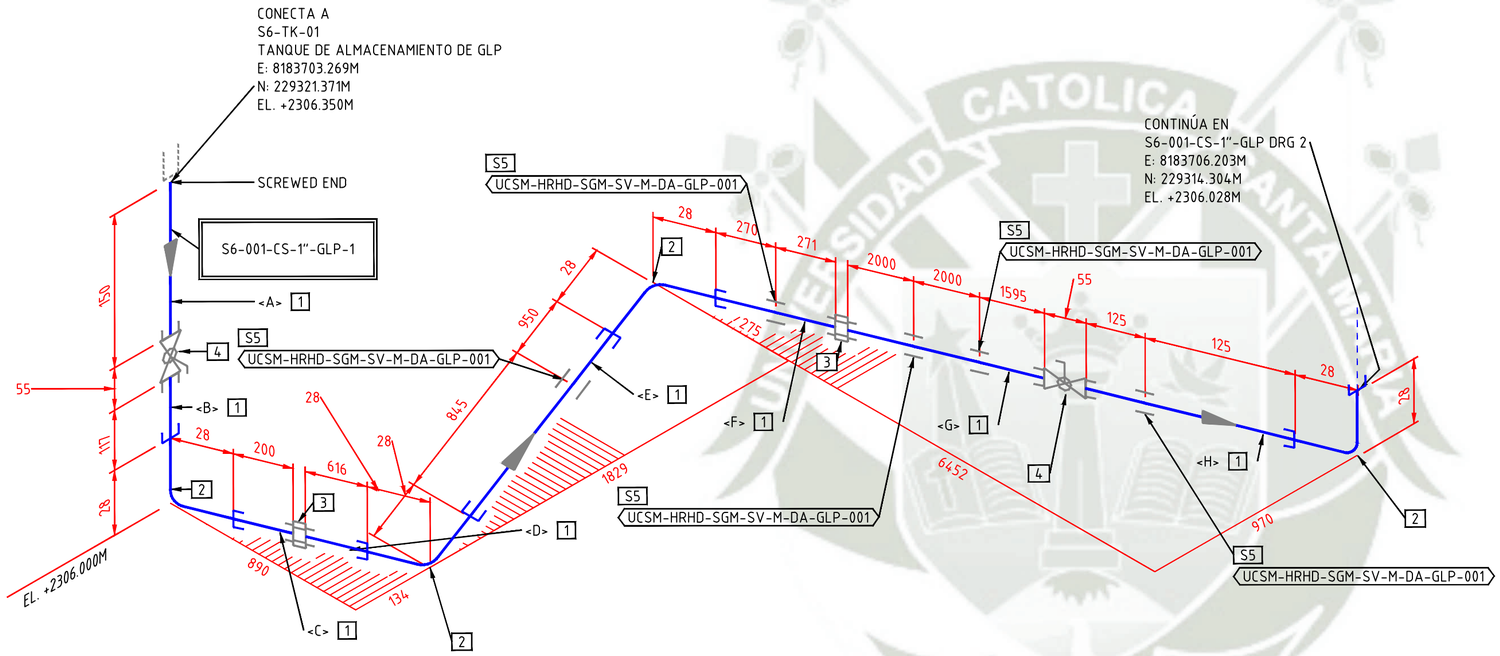
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA	
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN			
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA			
ESCALA: INDICADA	SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO FASE I: GAS LICUADO DE PETRÓLEO VISTA GENERAL DEL SISTEMA DE GLP				Nº DE PLANO: UCSM-HRHD-SGM-SV-M-CO-GLP-001
ID: 9					REV. B



LISTADO DE LINEAS DE TUBERÍA PARA GLP (ACERO)				
ITEM	N° LINEA	FASE DEL GLP	DESCRIPCION	LONGITUD (m)
1	S6-001-CS-1"-GLP	LIQUIDO	Desde S6-TK-01 hasta S6-VAP-01	18.35
2	S6-006-CS-1"-GLP	LIQUIDO	Desde Tee hasta S6-VAP-02	1.11
3	S6-007-CS-1"-GLP	LIQUIDO	Desde Tee hasta S6-VAP-03	1.11
4	S6-002-CS-1"-GLP	LIQUIDO	Desde S6-TK-02 hasta Cruz	4.93
5	S6-003-CS-1"-GLP	LIQUIDO	Desde S6-TK-03 hasta Tee	1.06
6	S6-004-CS-1"-GLP	LIQUIDO	Desde S6-TK-05 hasta Cruz	4.93
7	S6-005-CS-1"-GLP	LIQUIDO	Desde S6-TK-04 hasta Tee	1.06
8	S6-008-CS-1"-GLP	VAPOR	Desde S6-VAP-01 hasta S6-REG-01	0.35
9	S6-009-CS-1"-GLP	VAPOR	Desde S6-VAP-02 hasta S6-REG-02	0.35
10	S6-010-CS-1"-GLP	VAPOR	Desde S6-VAP-03 hasta S6-REG-03	0.35
11	S6-001-CS-1 1/4"-GLP	VAPOR	Desde S6-REG-01 hasta S6-DEC-01	7.91
12	S6-002-CS-1 1/4"-GLP	VAPOR	Desde S6-REG-02 hasta Tee	0.72
13	S6-003-CS-1 1/4"-GLP	VAPOR	Desde S6-REG-03 hasta Tee	0.72
14	S6-004-CS-1 1/4"-GLP	VAPOR	Desde S6-REG-04 hacia Tanques de GLP	0.45
15	S6-007-CS-1 1/4"-GLP	VAPOR	Desde Tee hasta S6-TK-01	14.85
16	S6-005-CS-1 1/4"-GLP	VAPOR	Desde S6-DEC-01 hasta S6-REG-05	5.23
17	S6-006-CS-1 1/4"-GLP	VAPOR	Desde Tee hasta S6-MEZ-01	3.07
18	S6-008-CS-1 1/4"-GLP	VAPOR	Desde Cruz hasta S6-TK-02	6.88
19	S6-009-CS-1 1/4"-GLP	VAPOR	Desde Tee hasta S6-TK-03	3.00
20	S6-010-CS-1 1/4"-GLP	VAPOR	Desde Tee hasta S6-TK-04	3.00
21	S6-011-CS-1 1/4"-GLP	VAPOR	Desde Cruz hasta S6-TK-05	6.68
22	S6-001-CS-4"-GLP	VAPOR	Salida de S6-MEZ-01	8.26
23	S6-001-CS-2 1/2"-GLP	VAPOR	Desde S6-REG-05 hasta S6-CAL-05	15.41
24	S6-002-CS-1 1/2"-GLP	VAPOR	Desde Tee hasta S6-CAL-01	5.87
25	S6-001-CS-1 1/2"-GLP	VAPOR	Desde Tee hasta S6-CAL-02	3.08
26	S6-002-CS-2"-GLP	VAPOR	Distribuidor hacia S6-CAL-01 y S6-CAL-02	2.09
27	S6-001-CS-2"-GLP	VAPOR	Desde Tee hasta S6-CAL-03	3.63
28	S6-003-CS-2 1/2"-GLP	VAPOR	Distribuidor hacia S6-CAL-01, S6-CAL-02 y S6-CAL-03	4.92
29	S6-002-CS-2 1/2"-GLP	VAPOR	Desde Tee hasta S6-CAL-04	7.69
TOTAL				137.06

LEYENDA:
LINEAS DE GLP LIQUIDO
LINEAS DE GLP VAPOR

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA	
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN			
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA			
ESCALA: INDICADA	SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO FASE I: GAS LICUADO DE PETRÓLEO TAG DE LINEAS DE TUBERIA DEL SISTEMA DE GLP			N° DE PLANO:	
ID: 10				UCSM-HRHD-SGM-SV-M-CO-GLP-002	
					REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	1	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	9264 MM
ACCESORIOS			
2	1	CODO 90° ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	4
3	1	UNION ROSCADA O ACOPLE UNIVERSAL ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	2
VALVULAS / ELEMENTOS EN LÍNEA			
4	1	VALVULA DE BOLA 1/4 DE VUELTA CON EXTREMOS ROSCADOS CLASE 800LB	2
SOPORTERÍA			
5	1	SOPORTE DE ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36 TIPO SP-03	5

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	1"	150	ROSCADO	ROSCADO
B	1"	117	ROSCADO	ROSCADO
C	1"	200	ROSCADO	ROSCADO
D	1"	616	ROSCADO	ROSCADO
E	1"	1795	ROSCADO	ROSCADO
F	1"	541	ROSCADO	ROSCADO
G	1"	5595	ROSCADO	ROSCADO
H	1"	250	ROSCADO	ROSCADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

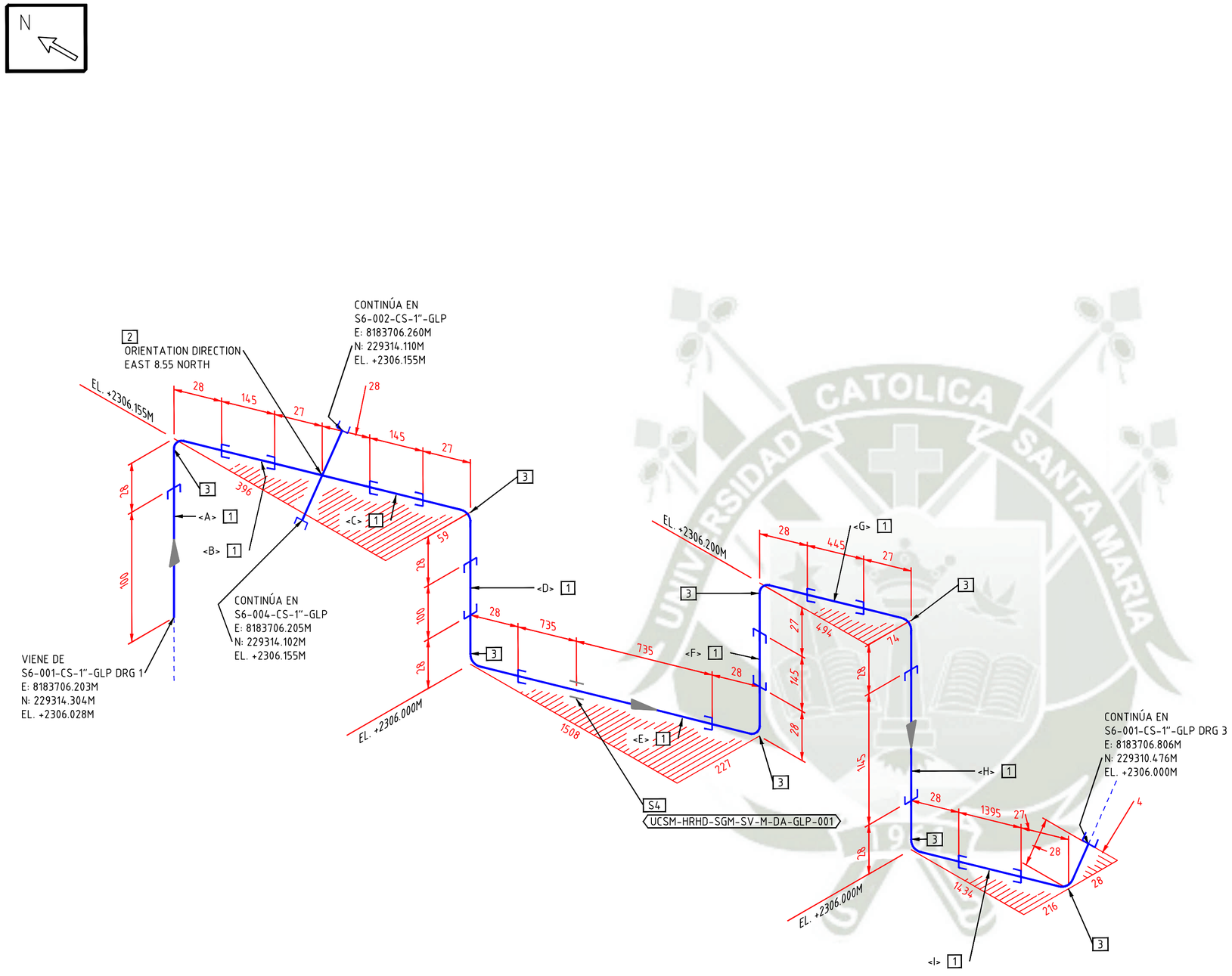
ID: 11

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE I: SISTEMA DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO
Desde S6-TK-01 hasta S6-VAP-01 (I)

N° DE PLANO: HOJA 1 DE 3

UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-001

S6-001-CS-1"-GLP | REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	1	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	4090 MM
ACCESORIOS			
2	1X1X1	CRUZ ROSCADA CLASE 3000 LB ASTM A105	1
3	1	CODO 90° ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	8
SOPORTERÍA			
4	1	SOPORTE DE ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36 TIPO SP-03	1

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	1"	100	ROSCADO	ROSCADO
B	1"	145	ROSCADO	ROSCADO
C	1"	145	ROSCADO	ROSCADO
D	1"	100	ROSCADO	ROSCADO
E	1"	1470	ROSCADO	ROSCADO
F	1"	145	ROSCADO	ROSCADO
G	1"	445	ROSCADO	ROSCADO
H	1"	145	ROSCADO	ROSCADO
I	1"	1395	ROSCADO	ROSCADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

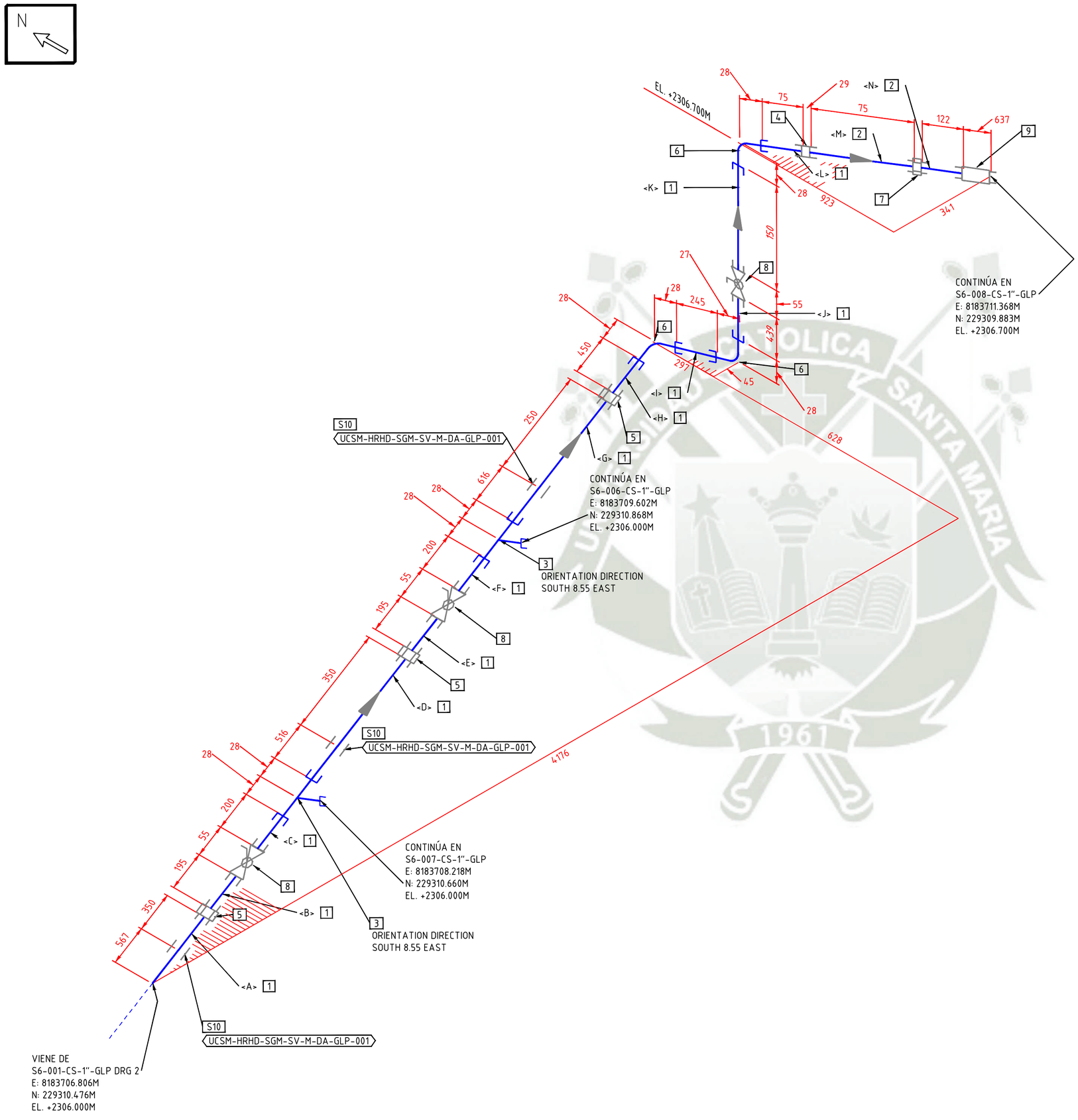
ID: 12

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE I: SISTEMA DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO
Desde S6-TK-01 hasta S6-VAP-01 (II)

N° DE PLANO: HOJA 2 DE 3

UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-002

S6-001-CS-1"-GLP REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	1	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	4798 MM
2	3/4	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	197 MM
ACCESORIOS			
3	1X1	TEE ROSCADA CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	2
4	1X3/4	ACOPLE REDUCTOR ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	1
5	1	UNION ROSCADA O ACOPLE UNIVERSAL ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	3
6	1	CODO 90° ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	3
7	3/4	UNION ROSCADA O ACOPLE UNIVERSAL ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	1
VALVULAS / ELEMENTOS EN LÍNEA			
8	1	VALVULA DE BOLA 1/4 DE VUELTA CON EXTREMOS ROSCADOS CLASE 800LB	3
INSTRUMENTACIÓN			
9	1X3/4	VAPORIZADOR DE FUEGO DIRECTO ALGAS SDI MODELO 80/40 CAP 7.2 MMBTU/H	1
SOPORTERÍA			
10	1	SOPORTE DE ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36 TIPO SP-03	3

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	1"	917	ROSCADO	ROSCADO
B	1"	195	ROSCADO	ROSCADO
C	1"	200	ROSCADO	ROSCADO
D	1"	866	ROSCADO	ROSCADO
E	1"	195	ROSCADO	ROSCADO
F	1"	200	ROSCADO	ROSCADO
G	1"	866	ROSCADO	ROSCADO
H	1"	450	ROSCADO	ROSCADO
I	1"	245	ROSCADO	ROSCADO
J	1"	439	ROSCADO	ROSCADO
K	1"	150	ROSCADO	ROSCADO
L	1"	75	ROSCADO	ROSCADO
M	3/4"	75	ROSCADO	ROSCADO
N	3/4"	122	ROSCADO	ROSCADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

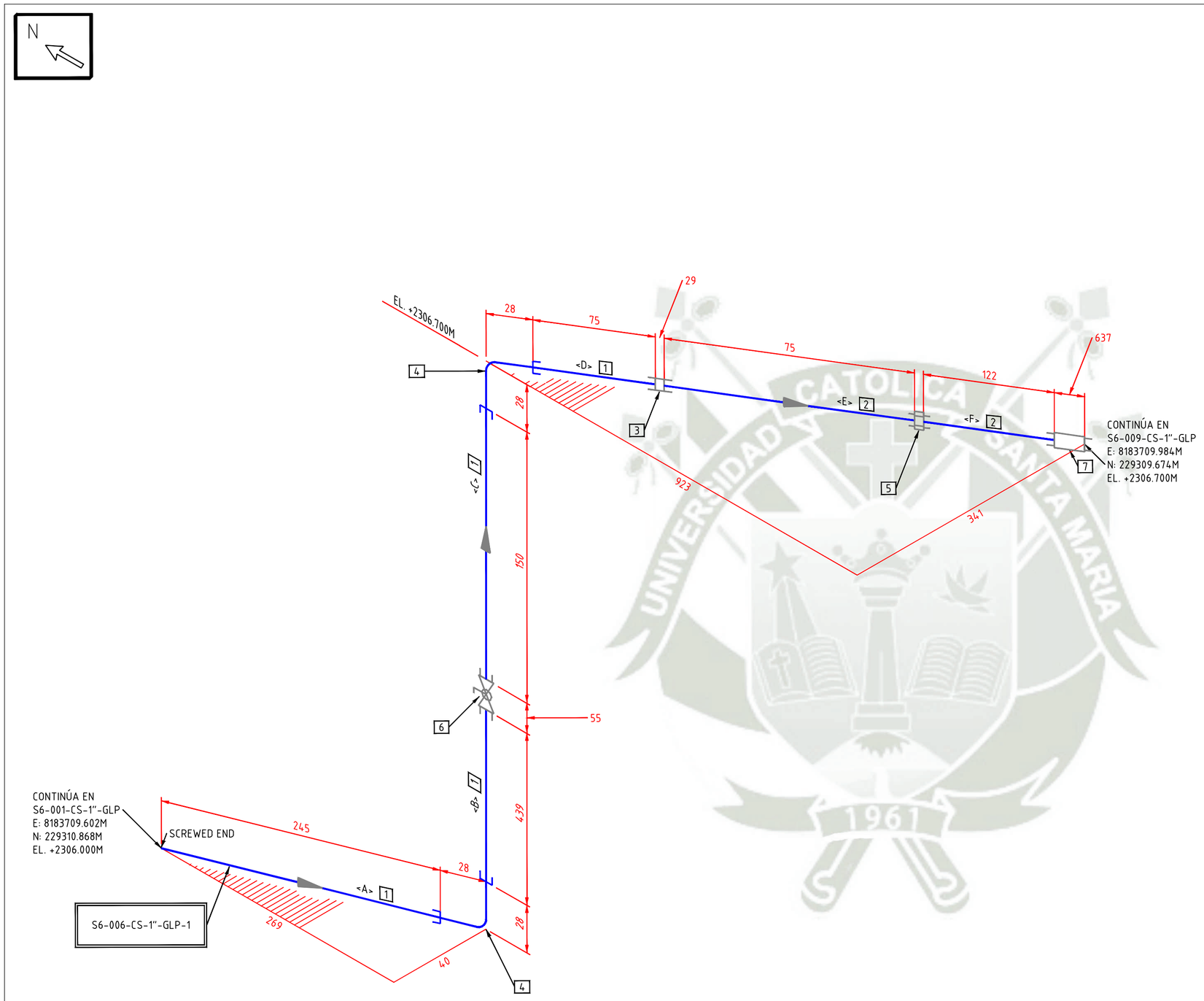
ID: 13

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE I: SISTEMA DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO
Desde S6-TK-01 hasta S6-VAP-01 (III)

N° DE PLANO: HOJA 3 DE 3

UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-003

S6-001-CS-1"-GLP | REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	1	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	909 MM
2	3/4	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	197 MM
ACCESORIOS			
3	1X3/4	ACOPLE REDUCTOR ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	1
4	1	CODO 90° ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	2
5	3/4	UNION ROSCADA O ACOPLE UNIVERSAL ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	1
VALVULAS / ELEMENTOS EN LÍNEA			
6	1	VALVULA DE BOLA 1/4 DE VUELTA CON EXTREMOS ROSCADOS CLASE 800LB	1
INSTRUMENTACIÓN			
7	1X3/4	VAPORIZADOR DE FUEGO DIRECTO ALGAS SDI MODELO 80/40 CAP 7.2 MMBTU/H	1

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	1"	245	ROSCADO	ROSCADO
B	1"	439	ROSCADO	ROSCADO
C	1"	150	ROSCADO	ROSCADO
D	1"	75	ROSCADO	ROSCADO
E	3/4"	75	ROSCADO	ROSCADO
F	3/4"	122	ROSCADO	ROSCADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

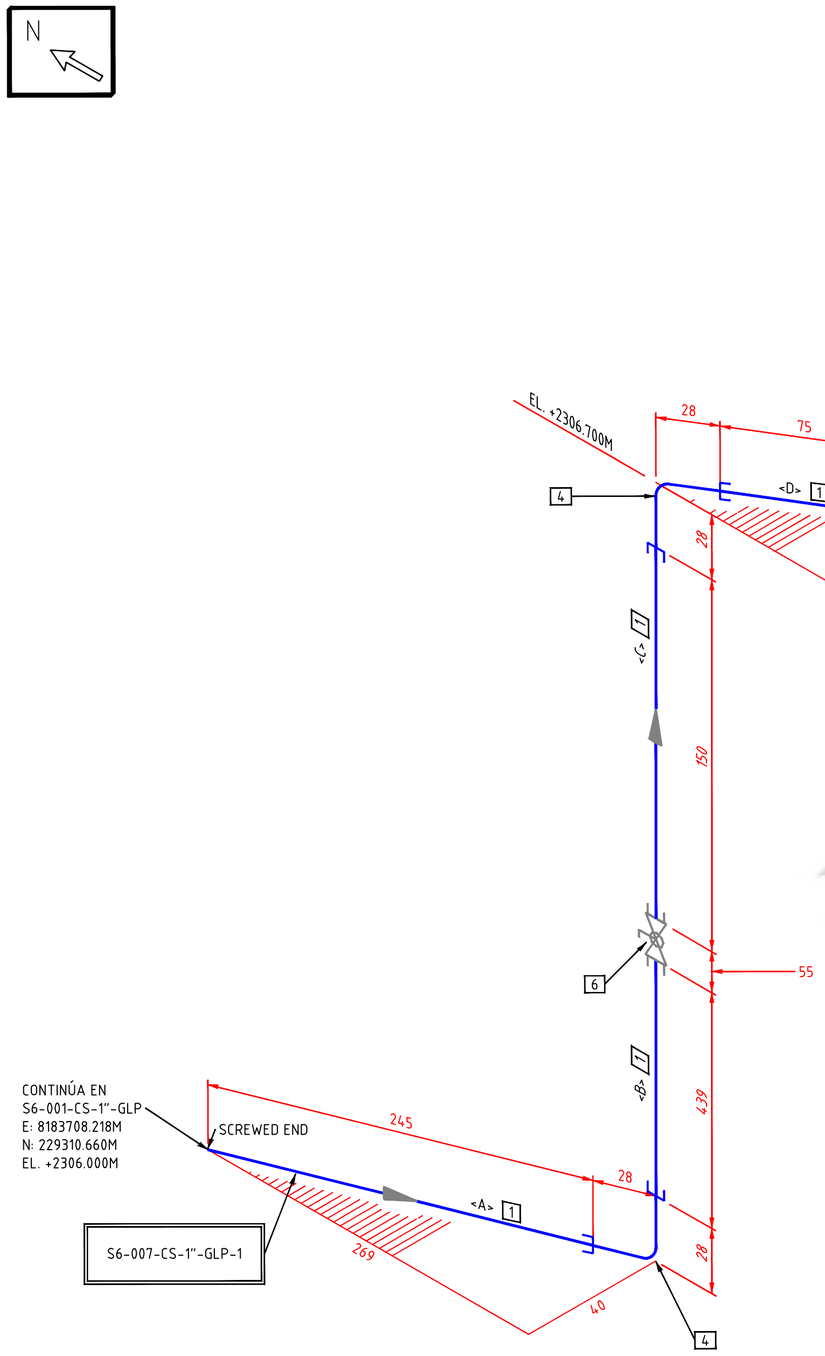
ID: 14

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE I: SISTEMA DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO
Desde Tee hasta S6-VAP-02

N° DE PLANO: HOJA 1 DE 1

UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-004

S6-006-CS-1"-GLP REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	1	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	909 MM
2	3/4	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	197 MM
ACCESORIOS			
3	1X3/4	ACOPLE REDUCTOR ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	1
4	1	CODO 90° ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	2
5	3/4	UNION ROSCADA O ACOPLE UNIVERSAL ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	1
VALVULAS / ELEMENTOS EN LÍNEA			
6	1	VALVULA DE BOLA 1/4 DE VUELTA CON EXTREMOS ROSCADOS CLASE 800LB	1
INSTRUMENTACIÓN			
7	1X3/4	VAPORIZADOR DE FUEGO DIRECTO ALGAS SDI MODELO 80/40 CAP 7.2 MMBTU/H	1

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	1"	245	ROSCADO	ROSCADO
B	1"	439	ROSCADO	ROSCADO
C	1"	150	ROSCADO	ROSCADO
D	1"	75	ROSCADO	ROSCADO
E	3/4"	75	ROSCADO	ROSCADO
F	3/4"	122	ROSCADO	ROSCADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

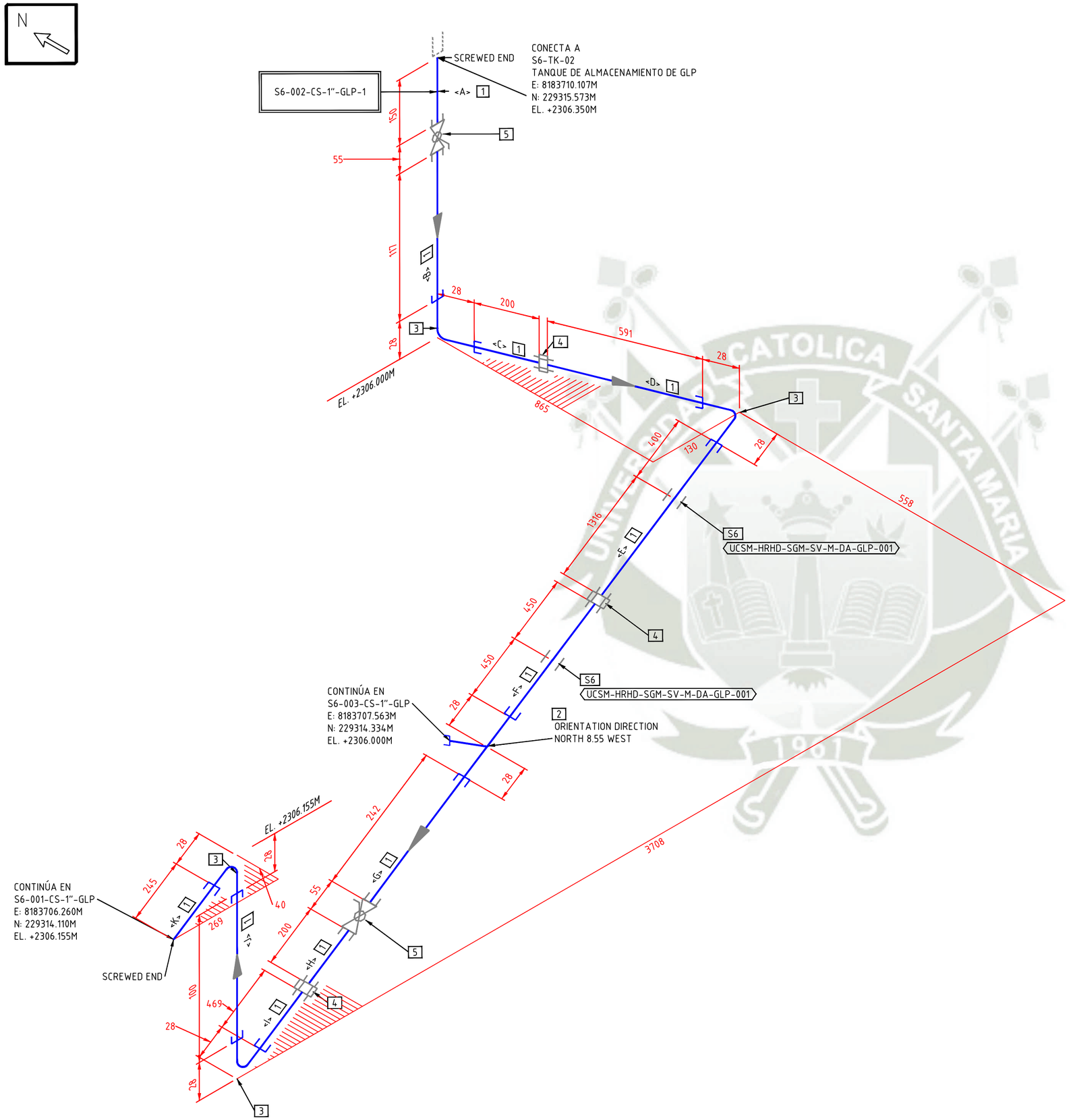
ID: 15

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE I: SISTEMA DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO
Desde Tee hasta S6-VAP-03

N° DE PLANO: HOJA 1 DE 1

UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-005

S6-007-CS-1"-GLP | REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	1	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	4930 MM
ACCESORIOS			
2	1X1	TEE ROSCADA CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	1
3	1	CODO 90° ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	4
4	1	UNION ROSCADA O ACOPLE UNIVERSAL ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	3
VALVULAS / ELEMENTOS EN LÍNEA			
5	1	VALVULA DE BOLA 1/4 DE VUELTA CON EXTREMOS ROSCADOS CLASE 800LB	2
SOPORTERÍA			
6	1	SOPORTE DE ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36 TIPO SP-03	2

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	1"	150	ROSCADO	ROSCADO
B	1"	117	ROSCADO	ROSCADO
C	1"	200	ROSCADO	ROSCADO
D	1"	591	ROSCADO	ROSCADO
E	1"	1716	ROSCADO	ROSCADO
F	1"	900	ROSCADO	ROSCADO
G	1"	242	ROSCADO	ROSCADO
H	1"	200	ROSCADO	ROSCADO
I	1"	469	ROSCADO	ROSCADO
J	1"	100	ROSCADO	ROSCADO
K	1"	245	ROSCADO	ROSCADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

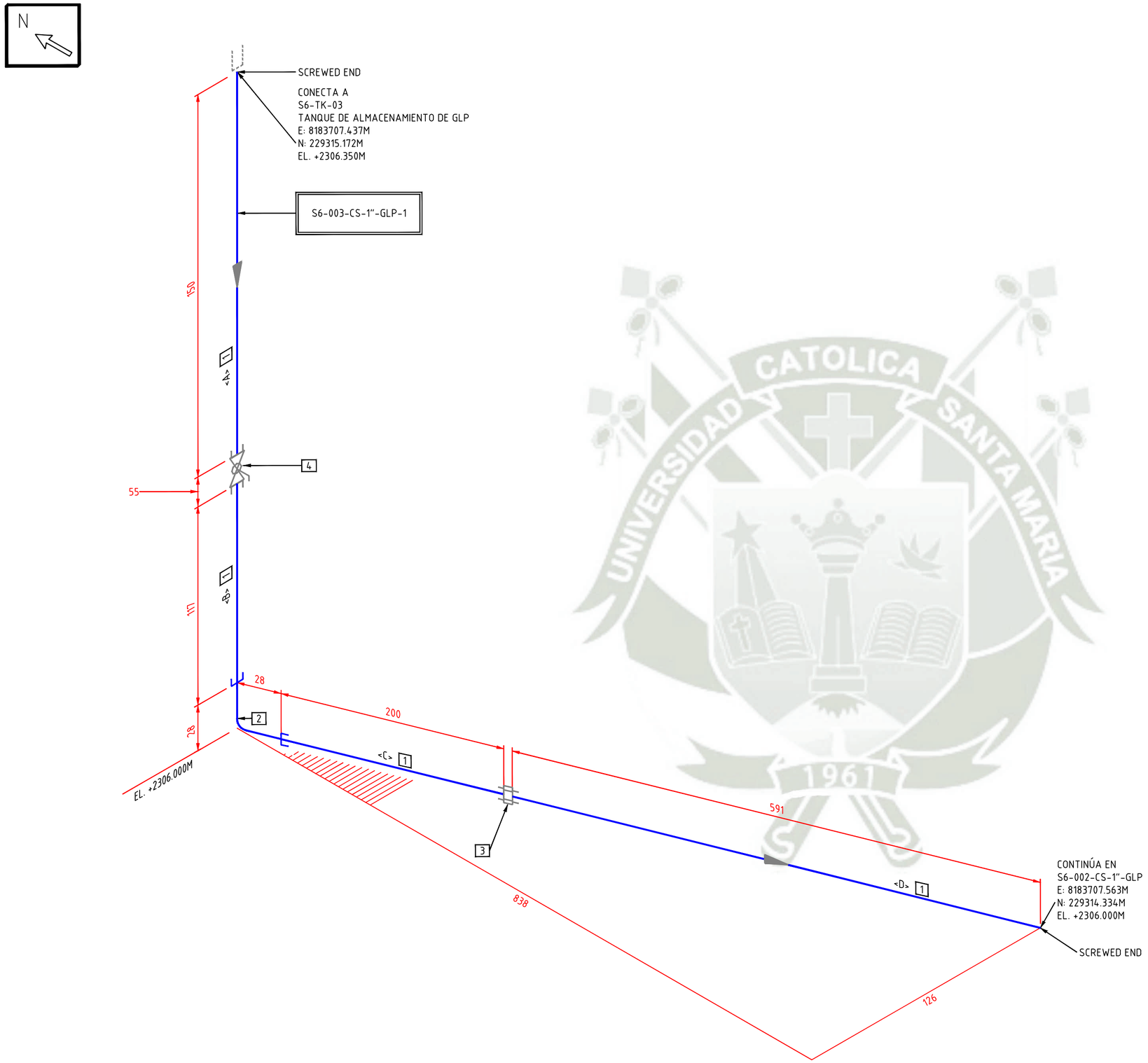
ID: 16

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE I: SISTEMA DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO
Desde S6-TK-02 hasta Cruz

Nº DE PLANO: HOJA 1 DE 1

UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-006

S6-002-CS-1"-GLP | REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	1	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	1058 MM
ACCESORIOS			
2	1	CODO 90° ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	1
3	1	UNION ROSCADA O ACOPLE UNIVERSAL ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	1
VALVULAS / ELEMENTOS EN LÍNEA			
4	1	VALVULA DE BOLA 1/4 DE VUELTA CON EXTREMOS ROSCADOS CLASE 800LB	1

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	1"	150	ROSCADO	ROSCADO
B	1"	117	ROSCADO	ROSCADO
C	1"	200	ROSCADO	ROSCADO
D	1"	591	ROSCADO	ROSCADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

ID: 17

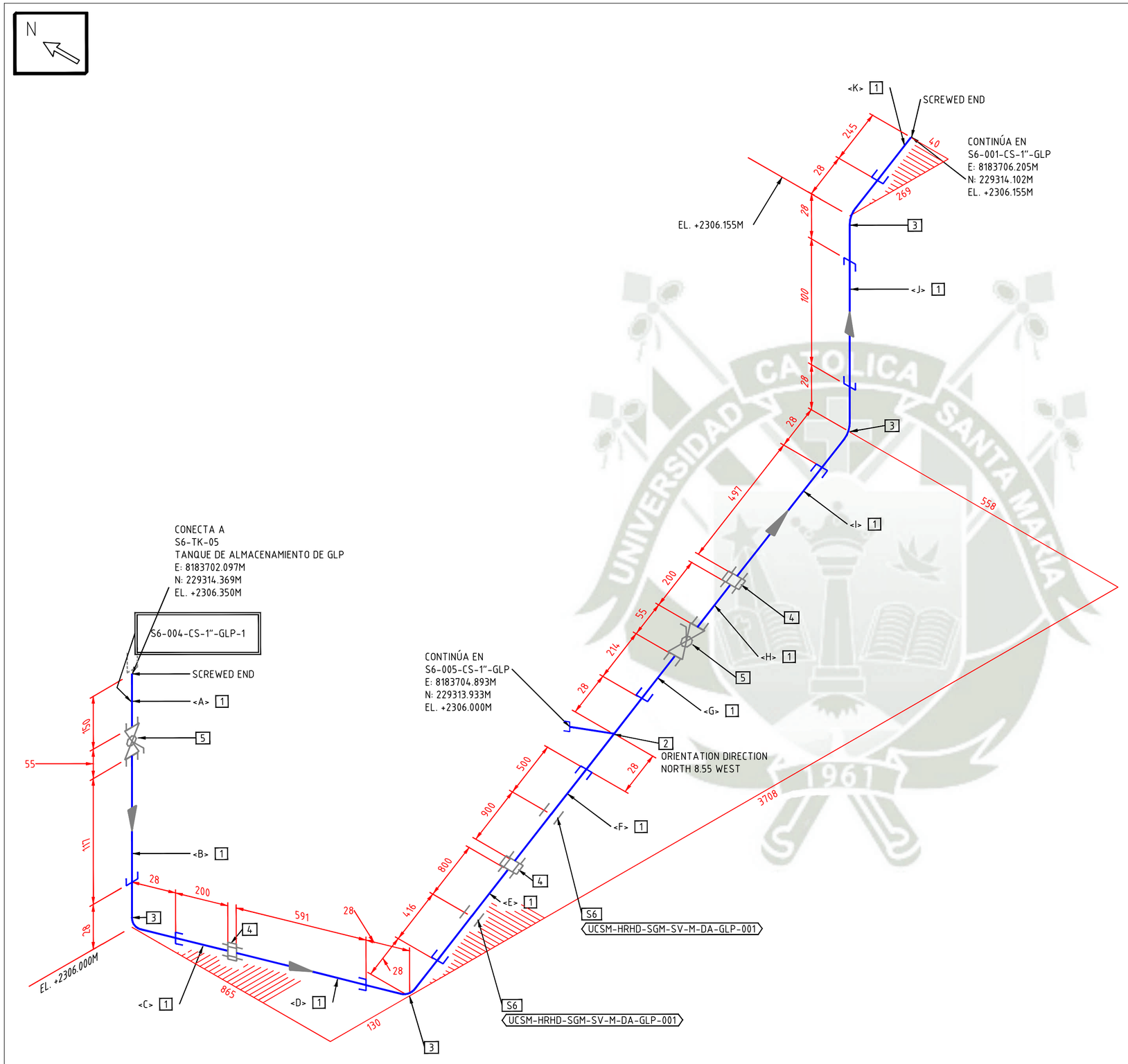
SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE I: SISTEMA DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO
Desde S6-TK-03 hasta Tee

N° DE PLANO: HOJA 1 DE 1

UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-007

S6-003-CS-1"-GLP

REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	1	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	4930 MM
ACCESORIOS			
2	1X1	TEE ROSCADA CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	1
3	1	CODO 90° ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	4
4	1	UNION ROSCADA O ACOPLE UNIVERSAL ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	3
VALVULAS / ELEMENTOS EN LÍNEA			
5	1	VALVULA DE BOLA 1/4 DE VUELTA CON EXTREMOS ROSCADOS CLASE 800LB	2
SOPORTERÍA			
6	1	SOPORTE DE ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36 TIPO SP-03	2

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	1"	150	ROSCADO	ROSCADO
B	1"	117	ROSCADO	ROSCADO
C	1"	200	ROSCADO	ROSCADO
D	1"	591	ROSCADO	ROSCADO
E	1"	1216	ROSCADO	ROSCADO
F	1"	1400	ROSCADO	ROSCADO
G	1"	214	ROSCADO	ROSCADO
H	1"	200	ROSCADO	ROSCADO
I	1"	497	ROSCADO	ROSCADO
J	1"	100	ROSCADO	ROSCADO
K	1"	245	ROSCADO	ROSCADO

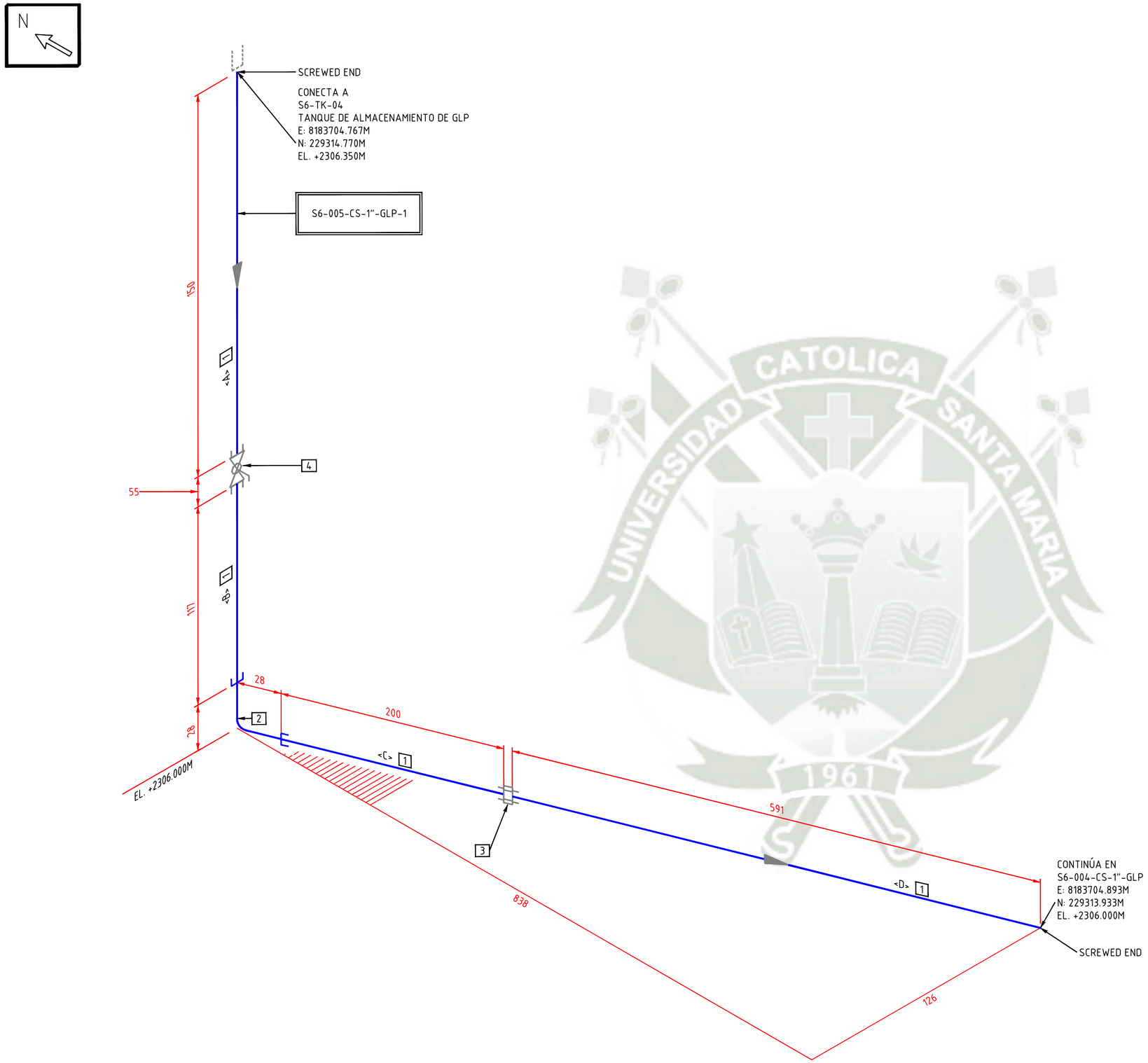
	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA
ID: 18

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE I: SISTEMA DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO
Desde S6-TK-05 hasta Cruz

N° DE PLANO: HOJA 1 DE 1
UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-008
S6-004-CS-1"-GLP
REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	1	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	1058 MM
ACCESORIOS			
2	1	CODO 90° ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	1
3	1	UNION ROSCADA O ACOPLE UNIVERSAL ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	1
VALVULAS / ELEMENTOS EN LÍNEA			
4	1	VALVULA DE BOLA 1/4 DE VUELTA CON EXTREMOS ROSCADOS CLASE 800LB	1

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	1"	150	ROSCADO	ROSCADO
B	1"	117	ROSCADO	ROSCADO
C	1"	200	ROSCADO	ROSCADO
D	1"	591	ROSCADO	ROSCADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

ID: 19

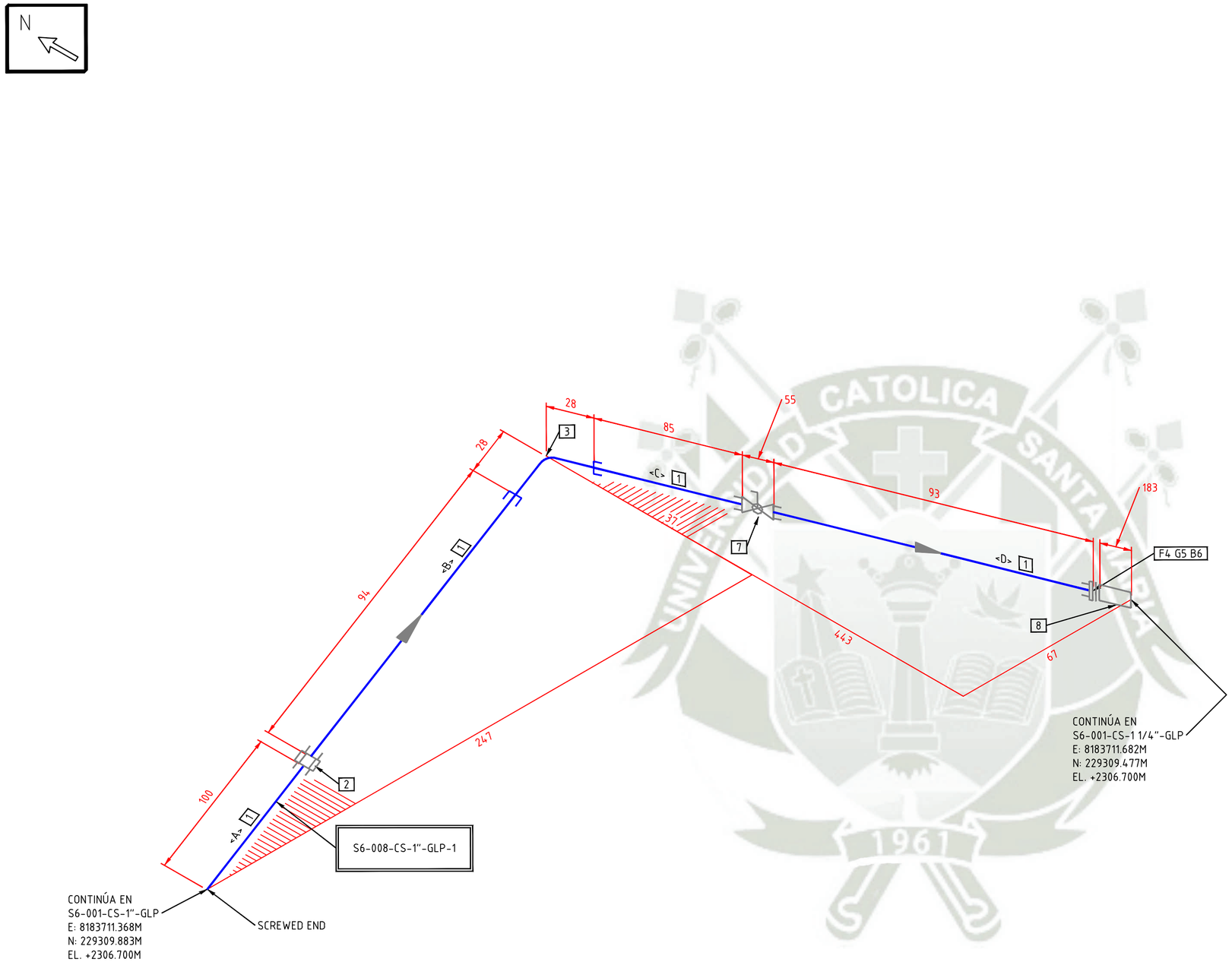
SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE I: SISTEMA DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO
Desde S6-TK-04 hasta Tee

N° DE PLANO: HOJA 1 DE 1

UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-009

S6-005-CS-1"-GLP

REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	1	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	354 MM
ACCESORIOS			
2	1	UNION ROSCADA O ACOPLE UNIVERSAL ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	1
3	1	CODO 90° ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	1
BRIDAS			
4	1	BRIDA ROSCADA CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	1
EMPAQUETADURAS			
5	1	EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	1
PERNERÍA			
6	1/2	(4) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436 (70 MM LG)	1
VALVULAS / ELEMENTOS EN LÍNEA			
7	1	VALVULA DE BOLA 1/4 DE VUELTA CON EXTREMOS ROSCADOS CLASE 800LB	1
INSTRUMENTACIÓN			
8	1	REGULADOR DE PRESIÓN TIPO DIAFRAGMA MODELO DIVAL 600 EXTREMOS BRIDADOS REG 7 BAR A 1 BAR	1

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	1"	100	ROSCADO	ROSCADO
B	1"	94	ROSCADO	ROSCADO
C	1"	85	ROSCADO	ROSCADO
D	1"	75	ROSCADO	ROSCADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

ID: 20

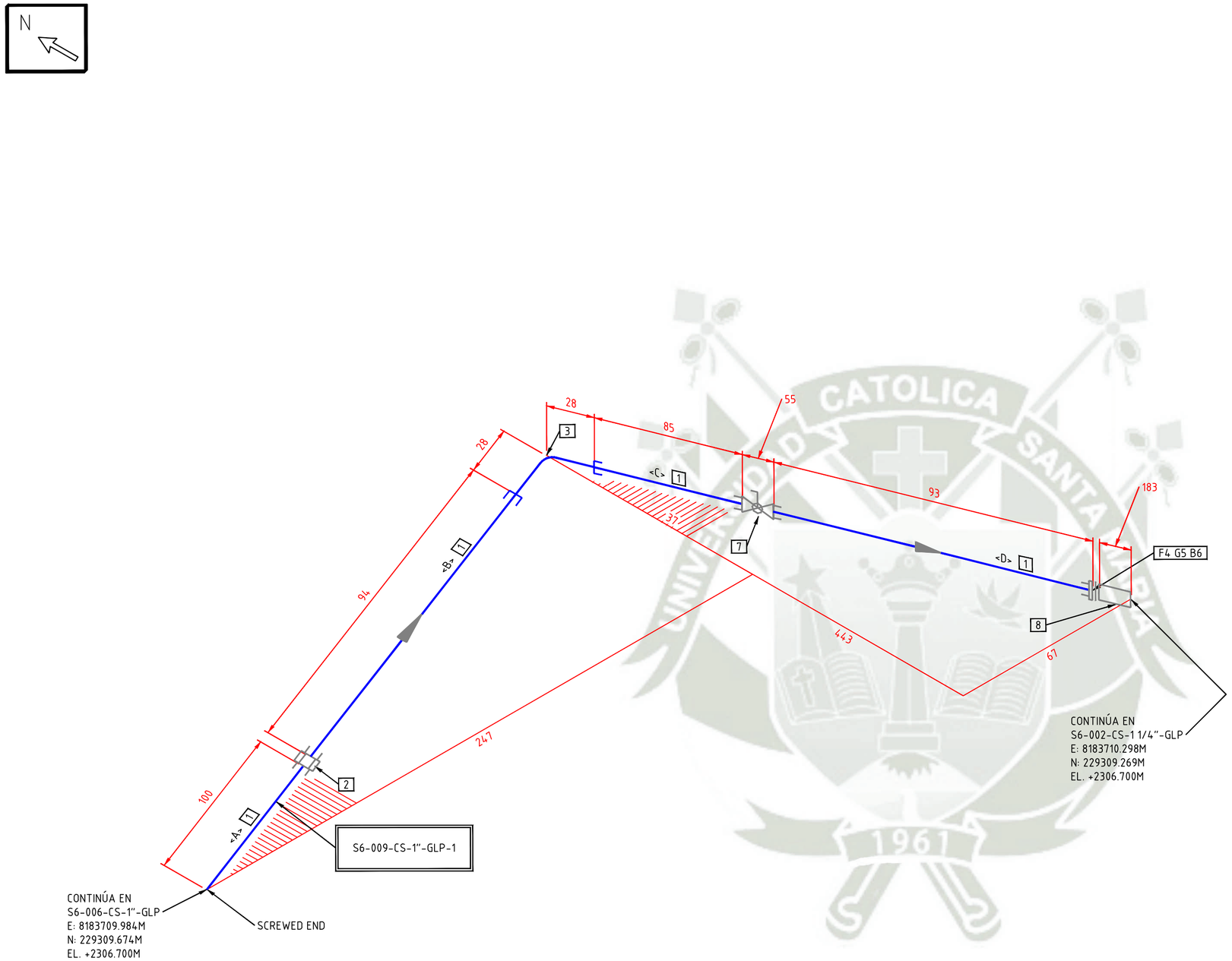
SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE I: SISTEMA DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO
Desde S6-VAP-01 hasta S6-REG-01

N° DE PLANO: HOJA 1 DE 1

UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-010

S6-008-CS-1"-GLP

REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	1	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	354 MM
ACCESORIOS			
2	1	UNION ROSCADA O ACOPLE UNIVERSAL ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	1
3	1	CODO 90° ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	1
BRIDAS			
4	1	BRIDA ROSCADA CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	1
EMPAQUETADURAS			
5	1	EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	1
PERNERÍA			
6	1/2	(4) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436 (70 MM LG)	1
VALVULAS / ELEMENTOS EN LÍNEA			
7	1	VALVULA DE BOLA 1/4 DE VUELTA CON EXTREMOS ROSCADOS CLASE 800LB	1
INSTRUMENTACIÓN			
8	1	REGULADOR DE PRESIÓN TIPO DIAFRAGMA MODELO DIVAL 600 EXTREMOS BRIDADOS REG 7 BAR A 1 BAR	1

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	1"	100	ROSCADO	ROSCADO
B	1"	94	ROSCADO	ROSCADO
C	1"	85	ROSCADO	ROSCADO
D	1"	75	ROSCADO	ROSCADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

ID: 21

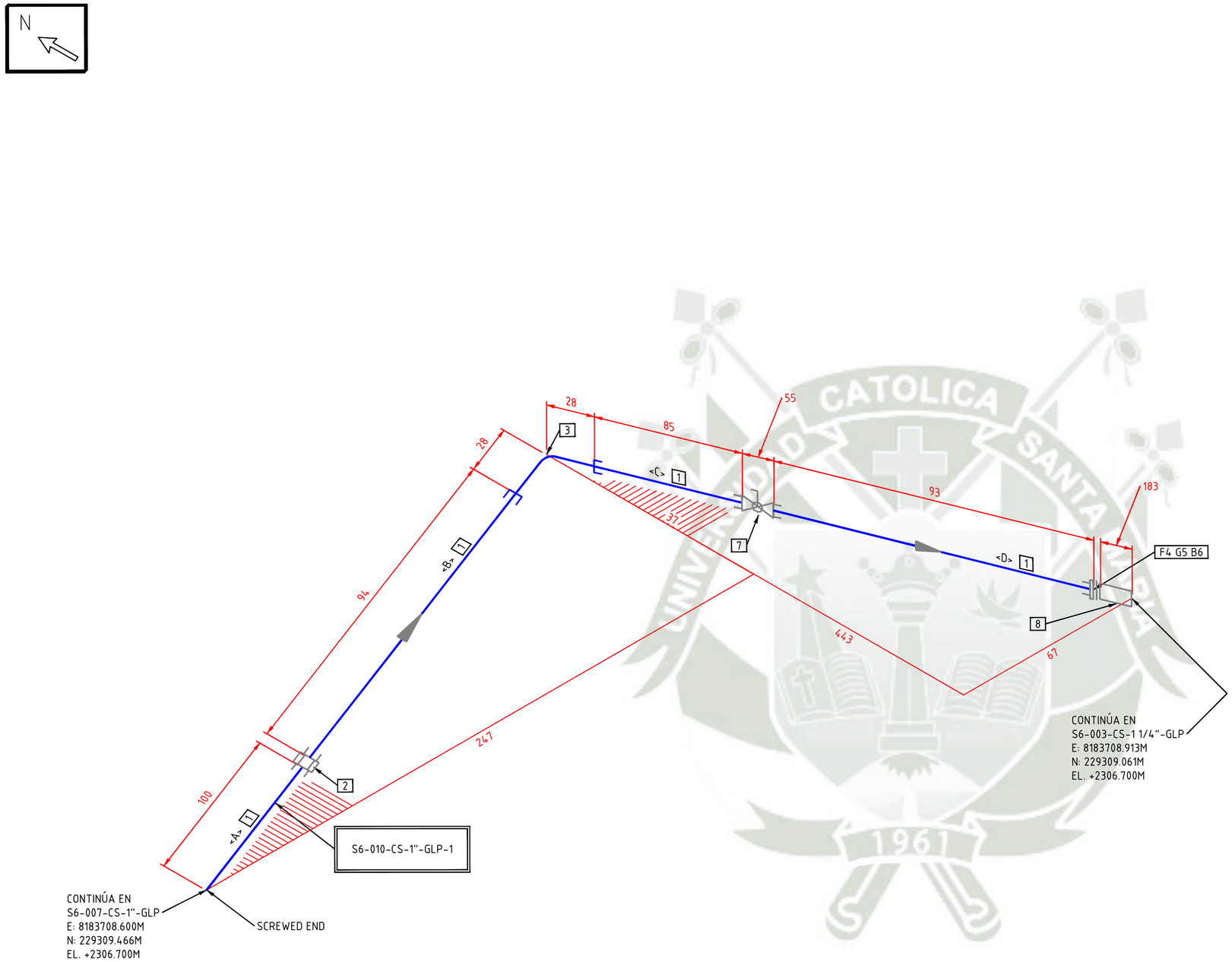
SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE I: SISTEMA DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO
Desde S6-VAP-02 hasta S6-REG-02

N° DE PLANO: HOJA 1 DE 1

UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-011

S6-009-CS-1"-GLP

REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	1	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	354 MM
ACCESORIOS			
2	1	UNION ROSCADA O ACOPLE UNIVERSAL ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	1
3	1	CODO 90° ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	1
BRIDAS			
4	1	BRIDA ROSCADA CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	1
EMPAQUETADURAS			
5	1	EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	1
PERNERÍA			
6	1/2	(4) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436 (70 MM LG)	1
VALVULAS / ELEMENTOS EN LÍNEA			
7	1	VALVULA DE BOLA 1/4 DE VUELTA CON EXTREMOS ROSCADOS CLASE 800LB	1
INSTRUMENTACIÓN			
8	1	REGULADOR DE PRESIÓN TIPO DIAFRAGMA MODELO DIVAL 600 EXTREMOS BRIDADOS REG 7 BAR A 1 BAR	1

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	1"	100	ROSCADO	ROSCADO
B	1"	94	ROSCADO	ROSCADO
C	1"	85	ROSCADO	ROSCADO
D	1"	75	ROSCADO	ROSCADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

ID: 22

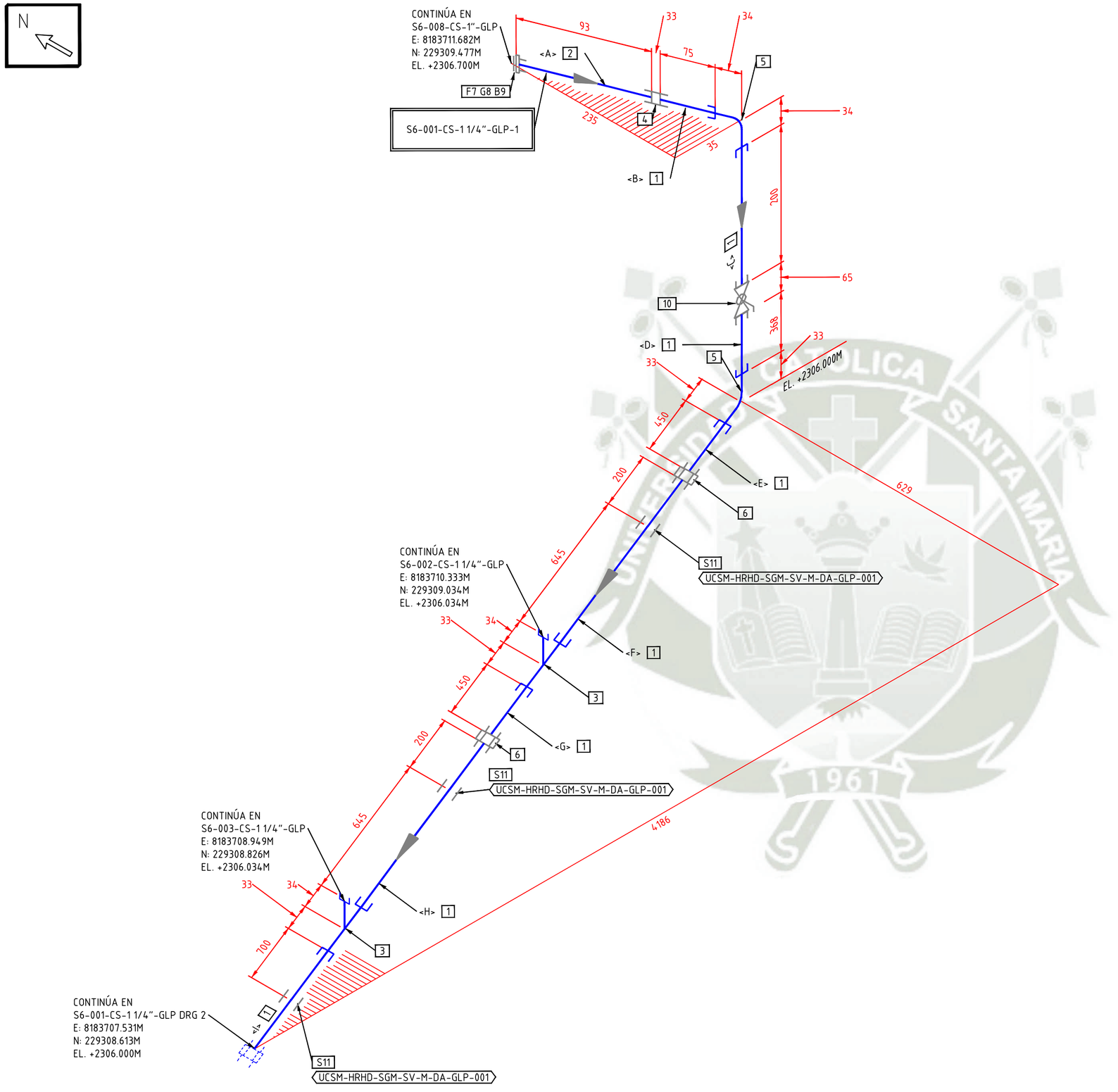
SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE I: SISTEMA DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO
Desde S6-VAP-03 hasta S6-REG-03

Nº DE PLANO: HOJA 1 DE 1

UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-012

S6-010-CS-1"-GLP

REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	1.1/4	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	4633 MM
2	1	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	75 MM
ACCESORIOS			
3	1.1/4X1.1/4	TEE ROSCADA CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	2
4	1.1/4X1	ACOPLE REDUCTOR ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	1
5	1.1/4	CODO 90° ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	2
6	1.1/4	UNION ROSCADA O ACOPLE UNIVERSAL ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	2
BRIDAS			
7	1	BRIDA ROSCADA CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	1
EMPAQUETADURAS			
8	1	EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	1
PERNERÍA			
9	1/2	(4) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436 (70 MM LG)	1
VALVULAS / ELEMENTOS EN LÍNEA			
10	1.1/4	VALVULA DE BOLA 1/4 DE VUELTA CON EXTREMOS ROSCADOS CLASE 800LB	1
SOPORTERÍA			
11	1.1/4	SOPORTE DE ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36 TIPO SP-03	3

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	1"	75	ROSCADO	ROSCADO
B	1.1/4"	75	ROSCADO	ROSCADO
C	1.1/4"	200	ROSCADO	ROSCADO
D	1.1/4"	368	ROSCADO	ROSCADO
E	1.1/4"	450	ROSCADO	ROSCADO
F	1.1/4"	845	ROSCADO	ROSCADO
G	1.1/4"	450	ROSCADO	ROSCADO
H	1.1/4"	845	ROSCADO	ROSCADO
I	1.1/4"	1400	ROSCADO	ROSCADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

ID: 23

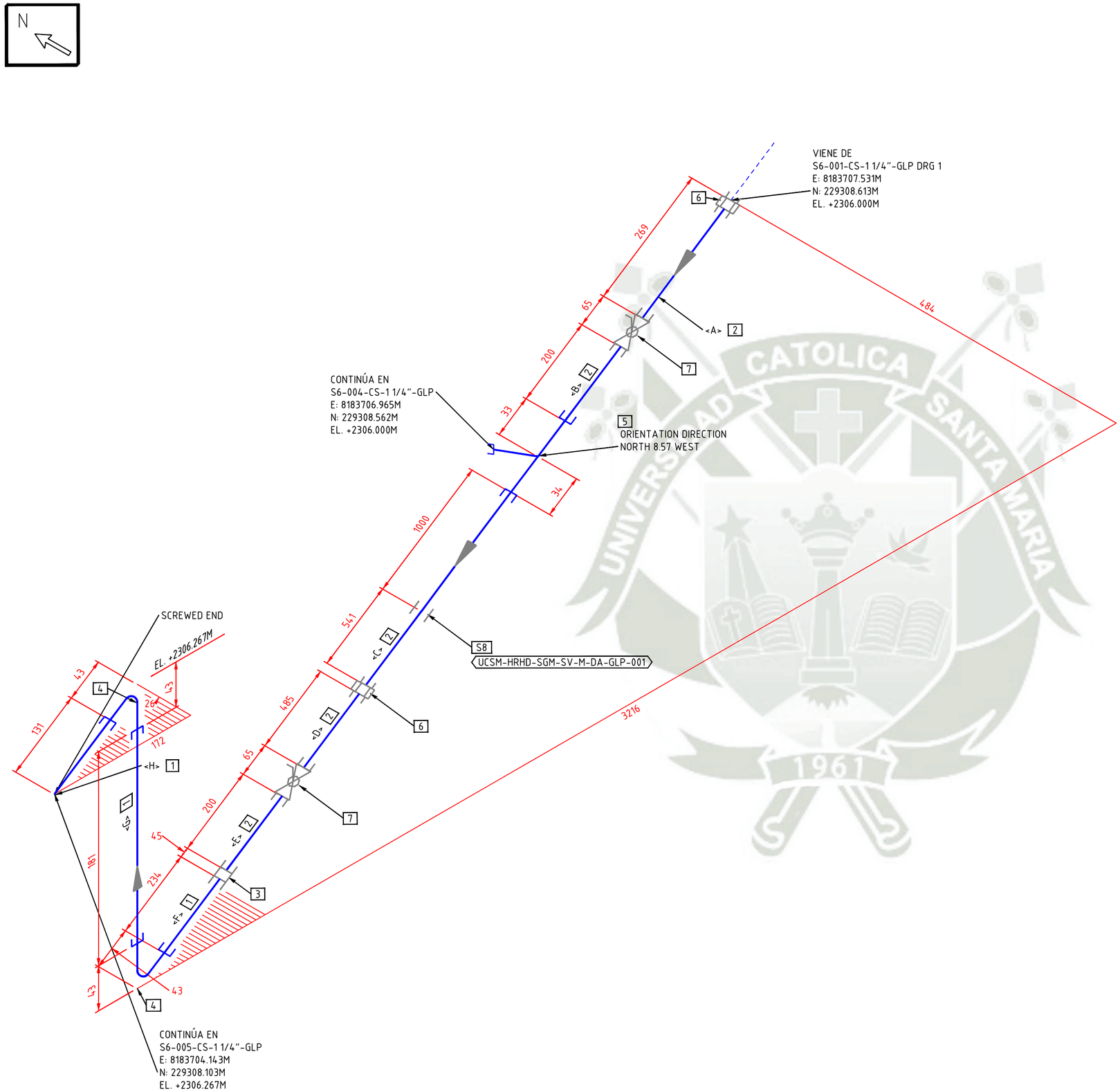
SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE I: SISTEMA DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO
Desde S6-REG-01 hasta S6-DEC-01 (I)

N° DE PLANO: HOJA 1 DE 2

UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-013

S6-001-CS-1 1/4"-GLP

REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	1.1/2	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	546 MM
2	1.1/4	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	2656 MM
ACCESORIOS			
3	1.1/2X1.1/4	ACOPLE REDUCTOR ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	1
4	1.1/2	CODO 90° ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	2
5	1.1/4X1.1/4	TEE ROSCADA CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	1
6	1.1/4	UNION ROSCADA O ACOPLE UNIVERSAL ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	2
VALVULAS / ELEMENTOS EN LÍNEA			
7	1.1/4	VALVULA DE BOLA 1/4 DE VUELTA CON EXTREMOS ROSCADOS CLASE 800LB	2
SOPORTERÍA			
8	1.1/4	SOPORTE DE ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36 TIPO SP-03	1

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	1.1/4"	230	ROSCADO	ROSCADO
B	1.1/4"	200	ROSCADO	ROSCADO
C	1.1/4"	1541	ROSCADO	ROSCADO
D	1.1/4"	485	ROSCADO	ROSCADO
E	1.1/4"	200	ROSCADO	ROSCADO
F	1.1/2"	234	ROSCADO	ROSCADO
G	1.1/2"	181	ROSCADO	ROSCADO
H	1.1/2"	131	ROSCADO	ROSCADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

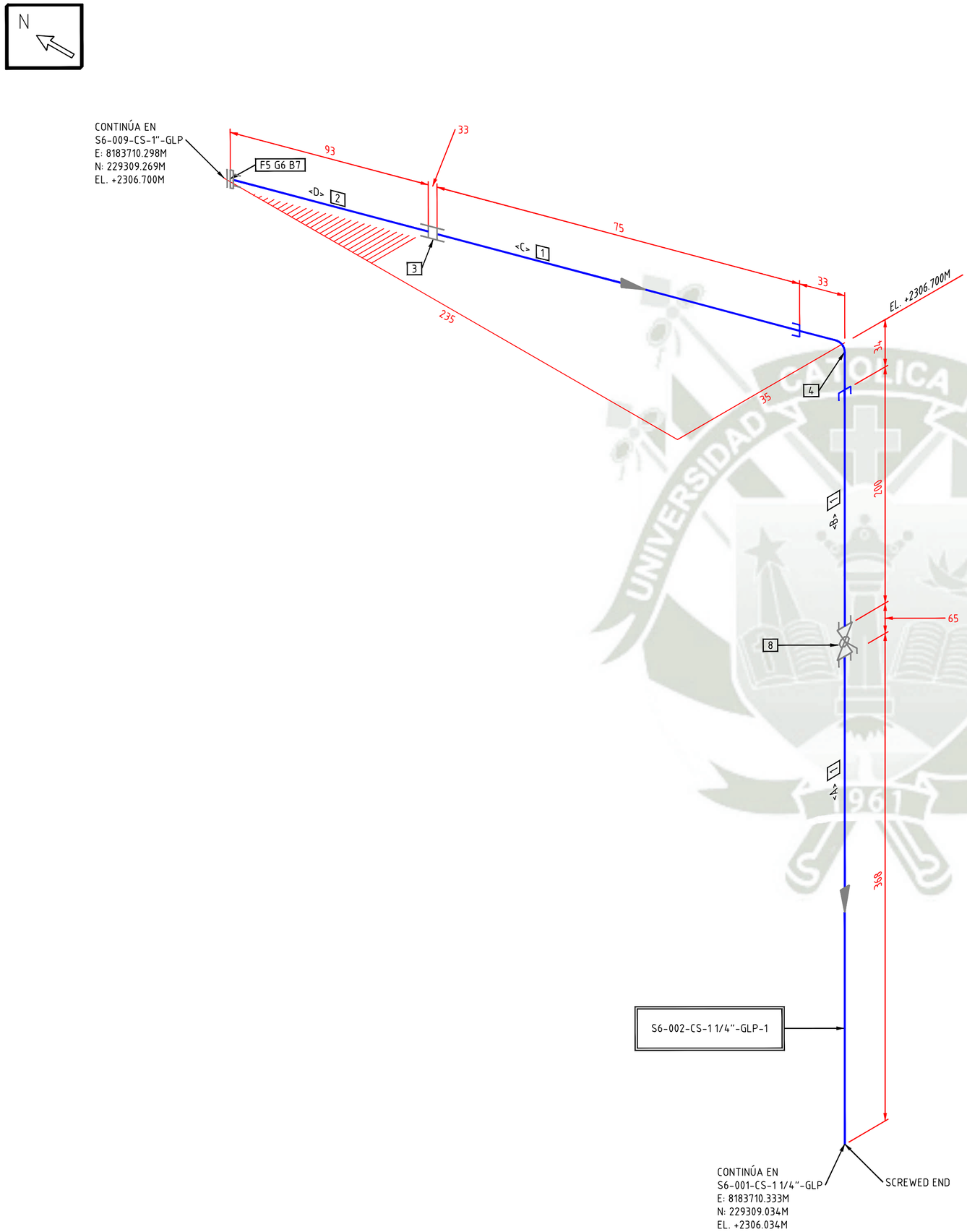
ID: 24

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE I: SISTEMA DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO
Desde S6-REG-01 hasta S6-DEC-01 (II)

Nº DE PLANO: HOJA 2 DE 2

UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-014

S6-001-CS-1 1/4"-GLP | REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	1.1/4	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	643 MM
2	1	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	75 MM
ACCESORIOS			
3	1.1/4X1	ACOPLE REDUCTOR ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	1
4	1.1/4	CODO 90° ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	1
BRIDAS			
5	1	BRIDA ROSCADA CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	1
EMPAQUETADURAS			
6	1	EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	1
PERNERÍA			
7	1/2	(4) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436 (70 MM LG)	1
VALVULAS / ELEMENTOS EN LÍNEA			
8	1.1/4	VALVULA DE BOLA 1/4 DE VUELTA CON EXTREMOS ROSCADOS CLASE 800LB	1

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	1.1/4"	368	ROSCADO	ROSCADO
B	1.1/4"	200	ROSCADO	ROSCADO
C	1.1/4"	75	ROSCADO	ROSCADO
D	1"	75	ROSCADO	ROSCADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

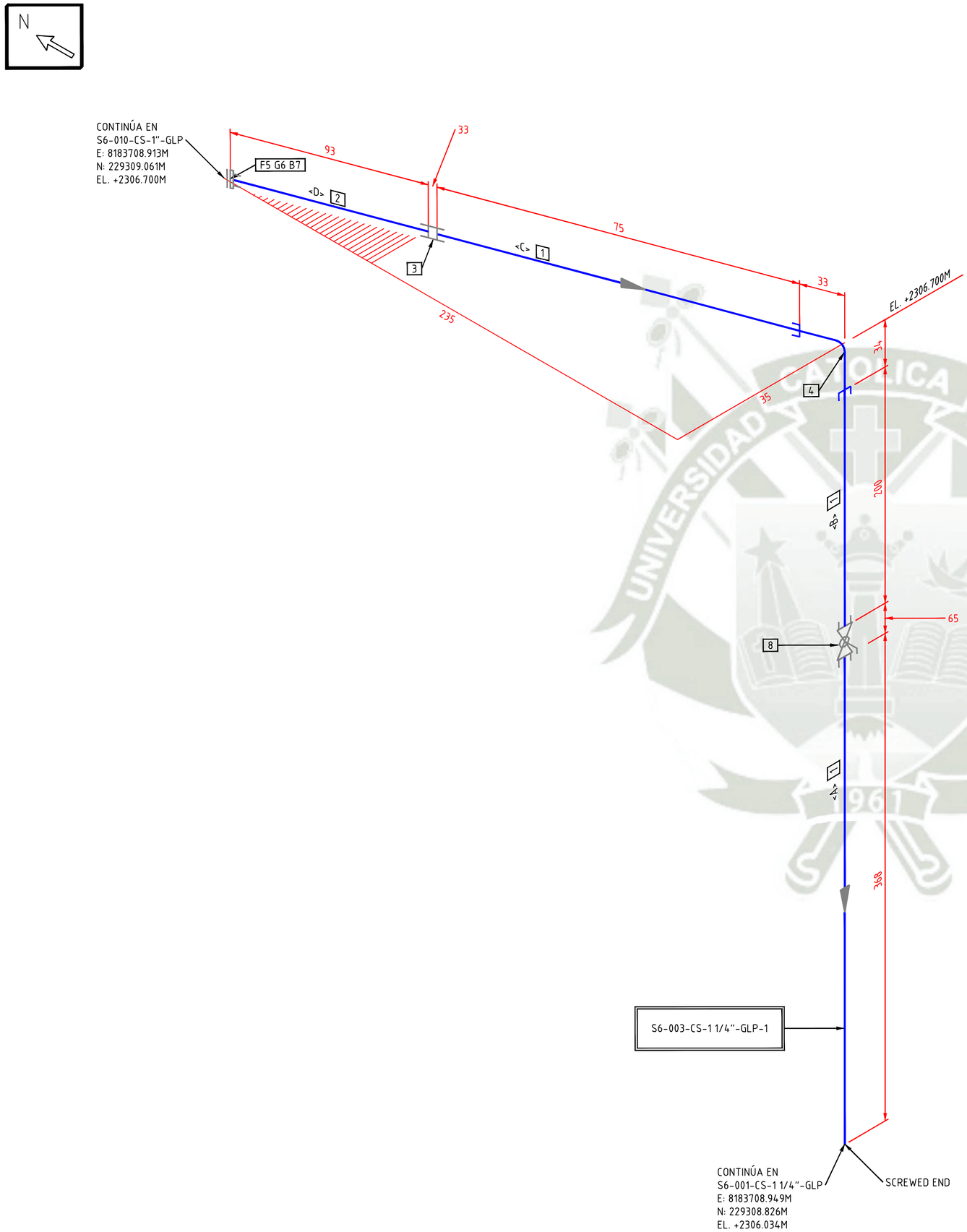
ID: 25

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE I: SISTEMA DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO
Desde S6-REG-02 hasta Tee

Nº DE PLANO: HOJA 1 DE 1

UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-015

S6-002-CS-1 1/4"-GLP | REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	1.1/4	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	643 MM
2	1	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	75 MM
ACCESORIOS			
3	1.1/4X1	ACOPLE REDUCTOR ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	1
4	1.1/4	CODO 90° ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	1
BRIDAS			
5	1	BRIDA ROSCADA CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	1
EMPAQUETADURAS			
6	1	EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	1
PERNERÍA			
7	1/2	(4) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436 (70 MM LG)	1
VALVULAS / ELEMENTOS EN LÍNEA			
8	1.1/4	VALVULA DE BOLA 1/4 DE VUELTA CON EXTREMOS ROSCADOS CLASE 800LB	1

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	1.1/4"	368	ROSCADO	ROSCADO
B	1.1/4"	200	ROSCADO	ROSCADO
C	1.1/4"	75	ROSCADO	ROSCADO
D	1"	75	ROSCADO	ROSCADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

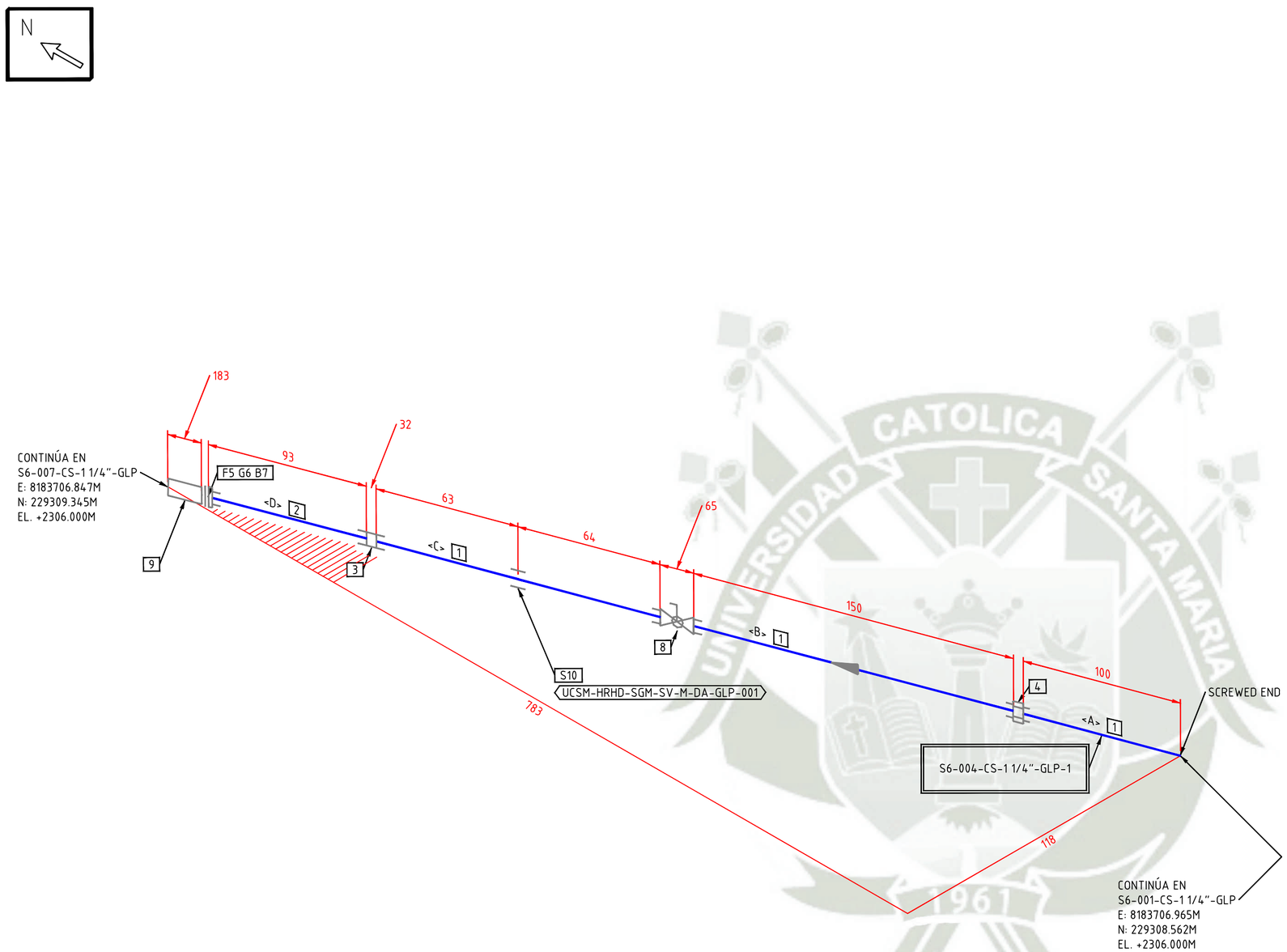
ID: 26

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE I: SISTEMA DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO
Desde S6-REG-03 hasta Tee

Nº DE PLANO: HOJA 1 DE 1

UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-016

S6-003-CS-1 1/4"-GLP | REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	1.1/4	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	377 MM
2	1	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	75 MM
ACCESORIOS			
3	1.1/4X1	ACOPLE REDUCTOR ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	1
4	1.1/4	UNION ROSCADA O ACOPLE UNIVERSAL ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	1
BRIDAS			
5	1	BRIDA ROSCADA CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	1
EMPAQUETADURAS			
6	1	EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	1
PERNERÍA			
7	1/2	(4) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436 (70 MM LG)	1
VALVULAS / ELEMENTOS EN LÍNEA			
8	1.1/4	VALVULA DE BOLA 1/4 DE VUELTA CON EXTREMOS ROSCADOS CLASE 800LB	1
INSTRUMENTACIÓN			
9	1	REGULADOR DE PRESIÓN TIPO DIAFRAGMA MODELO DIVAL 600 EXTREMOS BRIDADOS REG 7 BAR A 1 BAR	1
SOPORTERÍA			
10	1.1/4	SOPORTE DE ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36 TIPO SP-03	1

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	1.1/4"	100	ROSCADO	ROSCADO
B	1.1/4"	150	ROSCADO	ROSCADO
C	1.1/4"	127	ROSCADO	ROSCADO
D	1"	75	ROSCADO	ROSCADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

ESCALA: INDICADA

ID: 27

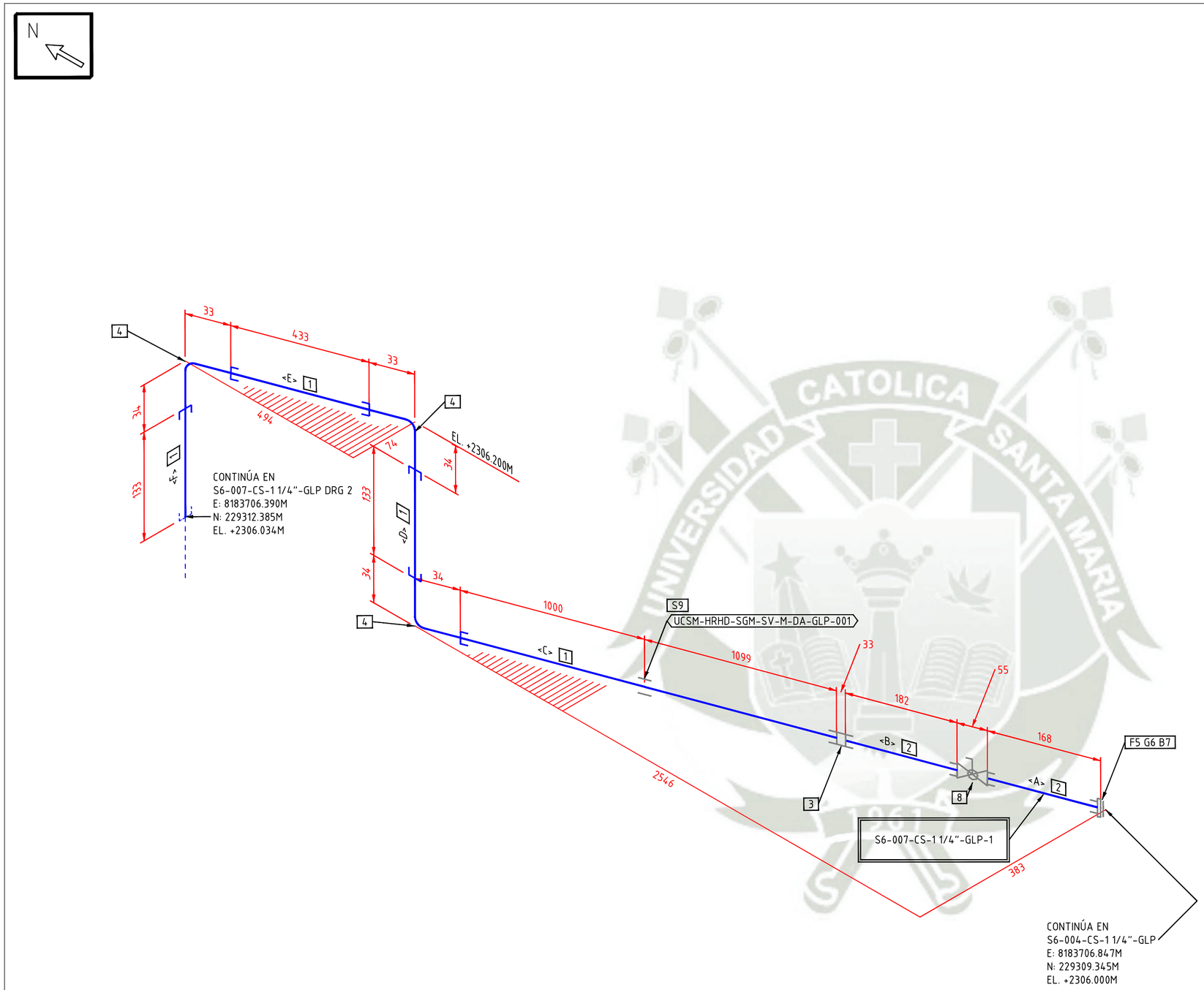
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE I: SISTEMA DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO
Desde S6-REG-04 hacia Tanques de GLP

N° DE PLANO: HOJA 1 DE 1

UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-017

S6-004-CS-1 1/4"-GLP | REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	1.1/4	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	2798 MM
2	1	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	332 MM
ACCESORIOS			
3	1.1/4X1	ACOPLE REDUCTOR ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	1
4	1.1/4	CODO 90° ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	3
BRIDAS			
5	1	BRIDA ROSCADA CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	1
EMPAQUETADURAS			
6	1	EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	1
PERNERÍA			
7	1/2	(4) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436 (70 MM LG)	1
VALVULAS / ELEMENTOS EN LÍNEA			
8	1	VALVULA DE BOLA 1/4 DE VUELTA CON EXTREMOS ROSCADOS CLASE 800LB	1
SOPORTERÍA			
9	1.1/4	SOPORTE DE ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36 TIPO SP-03	1

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	1"	150	ROSCADO	ROSCADO
B	1"	182	ROSCADO	ROSCADO
C	1.1/4"	2099	ROSCADO	ROSCADO
D	1.1/4"	133	ROSCADO	ROSCADO
E	1.1/4"	433	ROSCADO	ROSCADO
F	1.1/4"	133	ROSCADO	ROSCADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

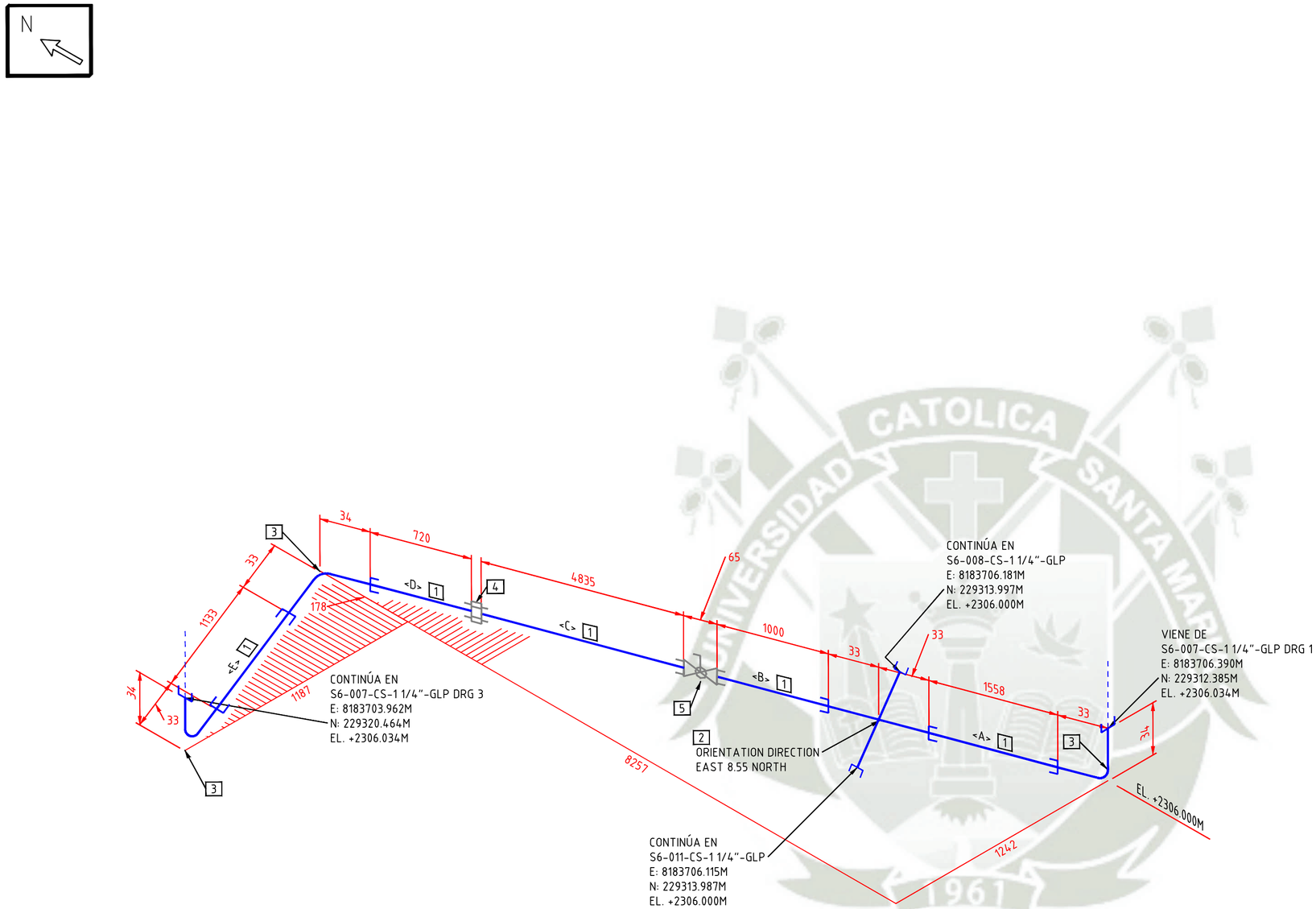
ID: 28

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE I: SISTEMA DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO
Desde Tee hasta S6-TK-01 (I)

N° DE PLANO: HOJA 1 DE 3

UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-018

S6-007-CS-1 1/4"-GLP REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	1.1/4	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	9246 MM
ACCESORIOS			
2	1.1/4X1.1/4X1/2	CRUZ ROSCADA CLASE 3000 LB ASTM A105	1
3	1.1/4	CODO 90° ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	3
4	1.1/4	UNION ROSCADA O ACOPLE UNIVERSAL ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	1
VALVULAS / ELEMENTOS EN LÍNEA			
5	1.1/4	VALVULA DE BOLA 1/4 DE VUELTA CON EXTREMOS ROSCADOS CLASE 800LB	1

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	1.1/4"	1558	ROSCADO	ROSCADO
B	1.1/4"	1000	ROSCADO	ROSCADO
C	1.1/4"	4835	ROSCADO	ROSCADO
D	1.1/4"	720	ROSCADO	ROSCADO
E	1.1/4"	1133	ROSCADO	ROSCADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

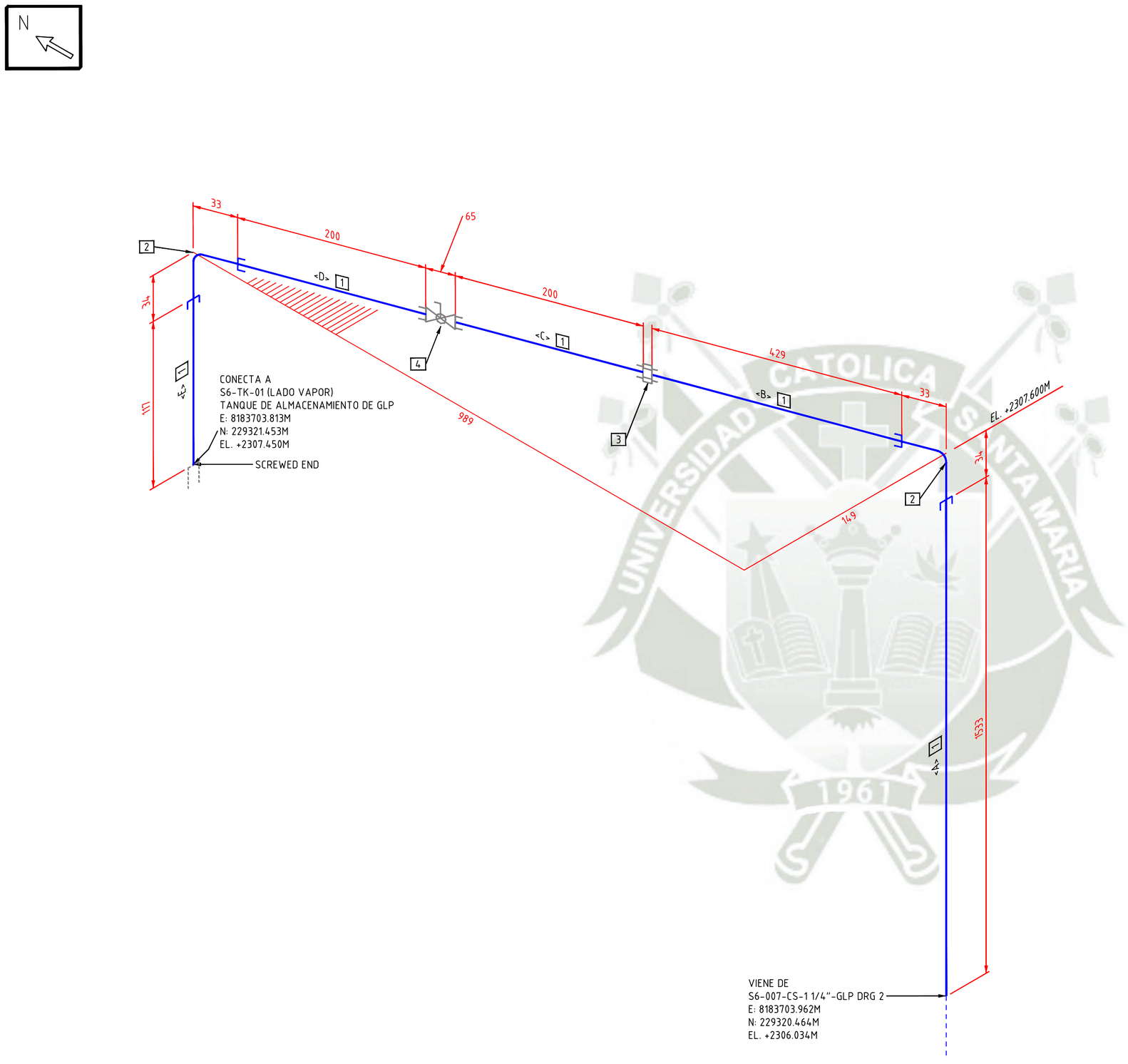
ID: 29

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE I: SISTEMA DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO
Desde Tee hasta S6-TK-01 (II)

N° DE PLANO: HOJA 2 DE 3

UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-019

S6-007-CS-1 1/4"-GLP | REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	1.1/4	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	2479 MM
ACCESORIOS			
2	1.1/4	CODO 90° ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	2
3	1.1/4	UNION ROSCADA O ACOPLE UNIVERSAL ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	1
VALVULAS / ELEMENTOS EN LÍNEA			
4	1.1/4	VALVULA DE BOLA 1/4 DE VUELTA CON EXTREMOS ROSCADOS CLASE 800LB	1

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	1.1/4"	1533	ROSCADO	ROSCADO
B	1.1/4"	429	ROSCADO	ROSCADO
C	1.1/4"	200	ROSCADO	ROSCADO
D	1.1/4"	200	ROSCADO	ROSCADO
E	1.1/4"	117	ROSCADO	ROSCADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

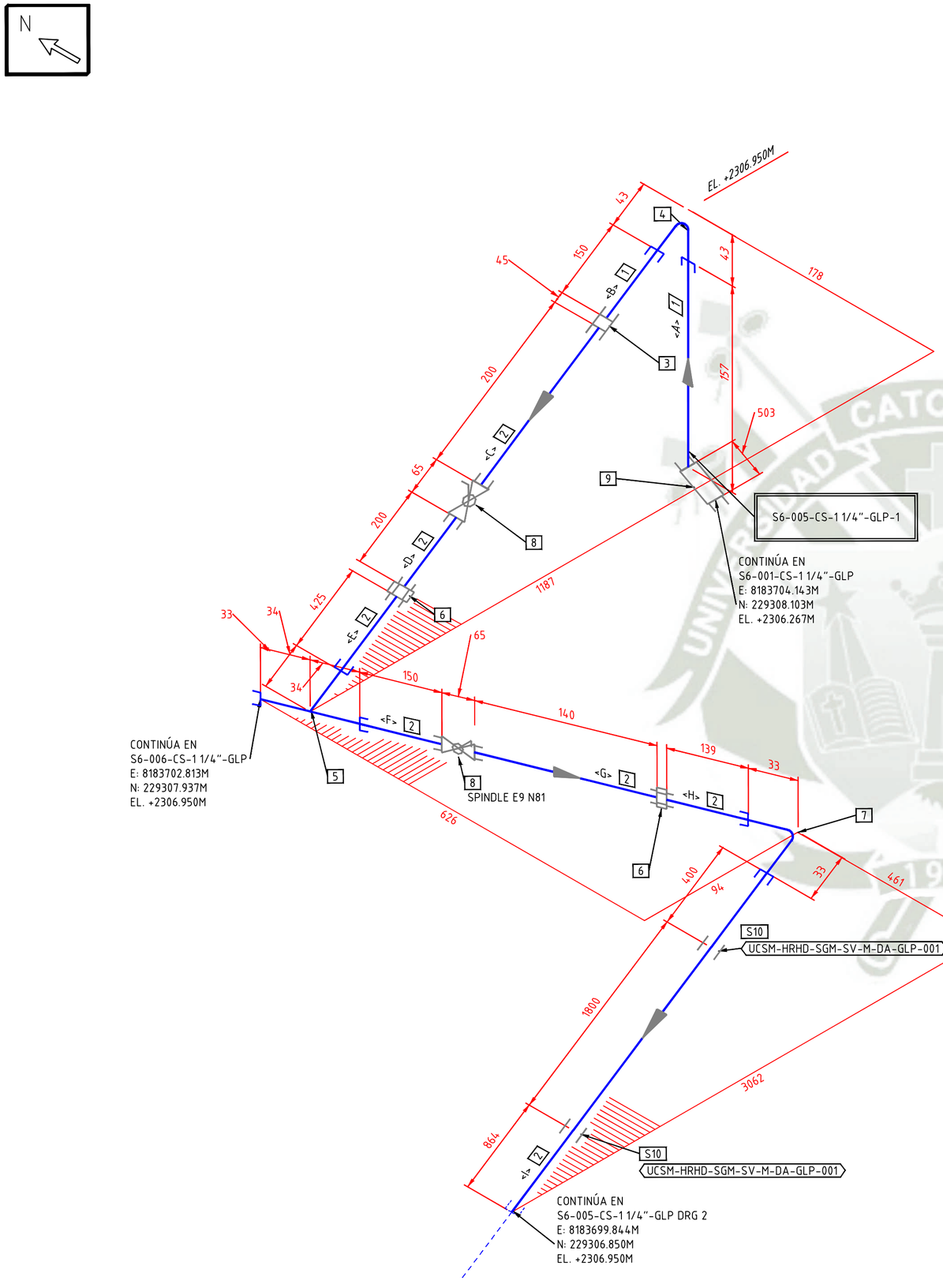
ID: 30

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE I: SISTEMA DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO
Desde Tee hasta S6-TK-01 (III)

N° DE PLANO: HOJA 3 DE 3

UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-020

S6-007-CS-1 1/4"-GLP | REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	1.1/2	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	307 MM
2	1.1/4	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	4318 MM
ACCESORIOS			
3	1.1/2X1.1/4	ACOPLE REDUCTOR ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	1
4	1.1/2	CODO 90° ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	1
5	1.1/4X1.1/4	TEE ROSCADA CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	1
6	1.1/4	UNION ROSCADA O ACOPLE UNIVERSAL ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	2
7	1.1/4	CODO 90° ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	1
VALVULAS / ELEMENTOS EN LÍNEA			
8	1.1/4	VALVULA DE BOLA 1/4 DE VUELTA CON EXTREMOS ROSCADOS CLASE 800LB	2
INSTRUMENTACIÓN			
9	1.1/2	DECANTADOR DE PARTÍCULAS DE ACEITE ALGAS SDI MODELO F4 FLUJO NOMINAL 102 GPH	1
SOPORTERÍA			
10	1.1/4	SOPORTE DE ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36 TIPO SP-06	2

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	1.1/2"	157	ROSCADO	ROSCADO
B	1.1/2"	150	ROSCADO	ROSCADO
C	1.1/4"	200	ROSCADO	ROSCADO
D	1.1/4"	200	ROSCADO	ROSCADO
E	1.1/4"	425	ROSCADO	ROSCADO
F	1.1/4"	150	ROSCADO	ROSCADO
G	1.1/4"	140	ROSCADO	ROSCADO
H	1.1/4"	139	ROSCADO	ROSCADO
I	1.1/4"	3064	ROSCADO	ROSCADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

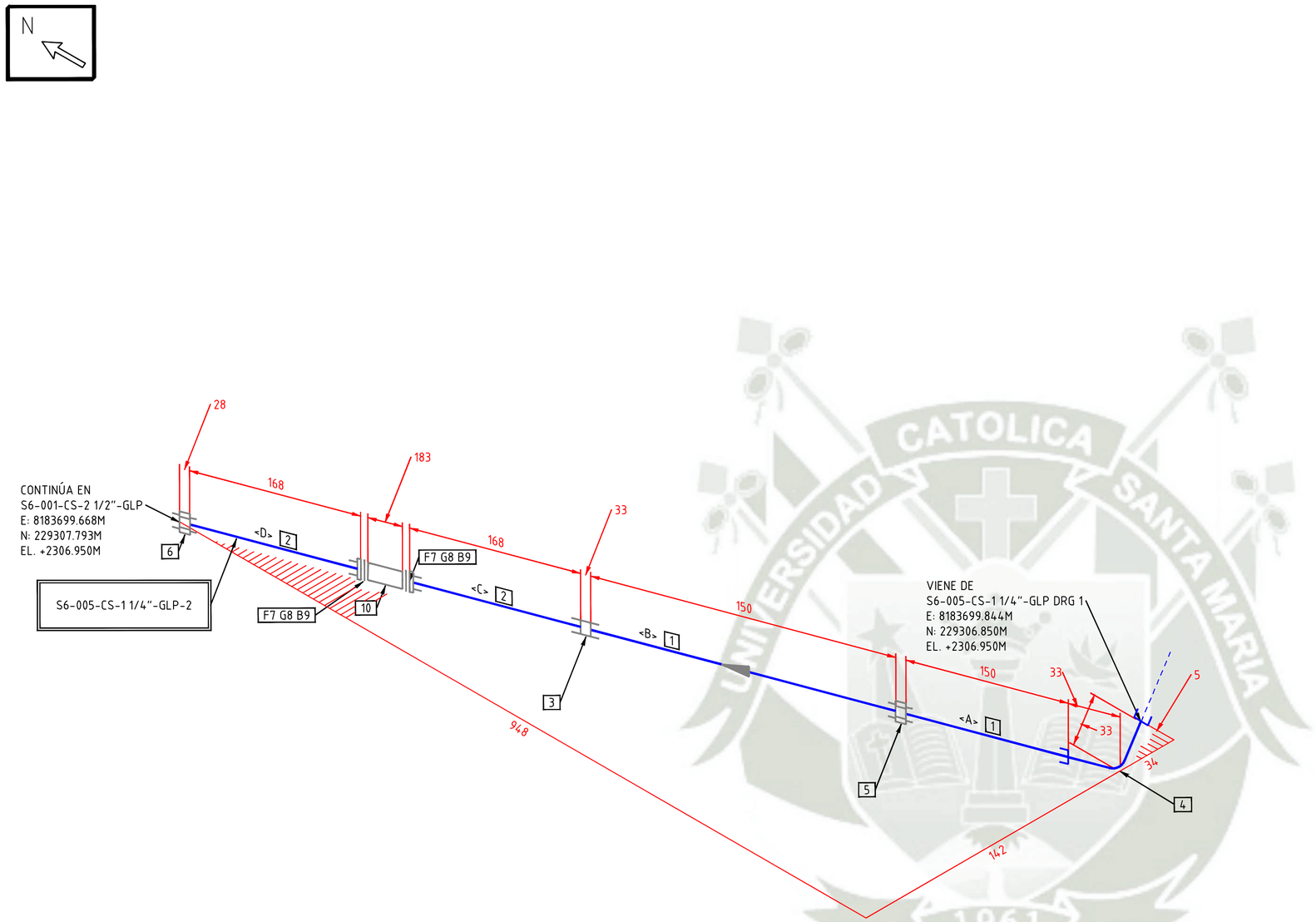
ID: 31

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE I: SISTEMA DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO
Desde S6-DEC-01 hasta S6-REG-05 (I)

N° DE PLANO: HOJA 1 DE 2

UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-021

S6-005-CS-1 1/4"-GLP | REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	1.1/4	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	300 MM
2	1	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	300 MM
ACCESORIOS			
3	1.1/4X1	ACOPLE REDUCTOR ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	1
4	1.1/4	CODO 90° ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	1
5	1.1/4	UNION ROSCADA O ACOPLE UNIVERSAL ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	1
6	1	UNION ROSCADA O ACOPLE UNIVERSAL ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	1
BRIDAS			
7	1	BRIDA ROSCADA CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	2
EMPAQUETADURAS			
8	1	EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	2
PERNERÍA			
9	1/2	(4) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436 (70 MM LG)	2
INSTRUMENTACIÓN			
10	1	REGULADOR DE PRESIÓN TIPO DIAFRAGMA MODELO DIVAL 600 EXT. BRIDADOS REG. 1 BAR A 500 MBAR	1

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	1.1/4"	150	ROSCADO	ROSCADO
B	1.1/4"	150	ROSCADO	ROSCADO
C	1"	150	ROSCADO	ROSCADO
D	1"	150	ROSCADO	ROSCADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

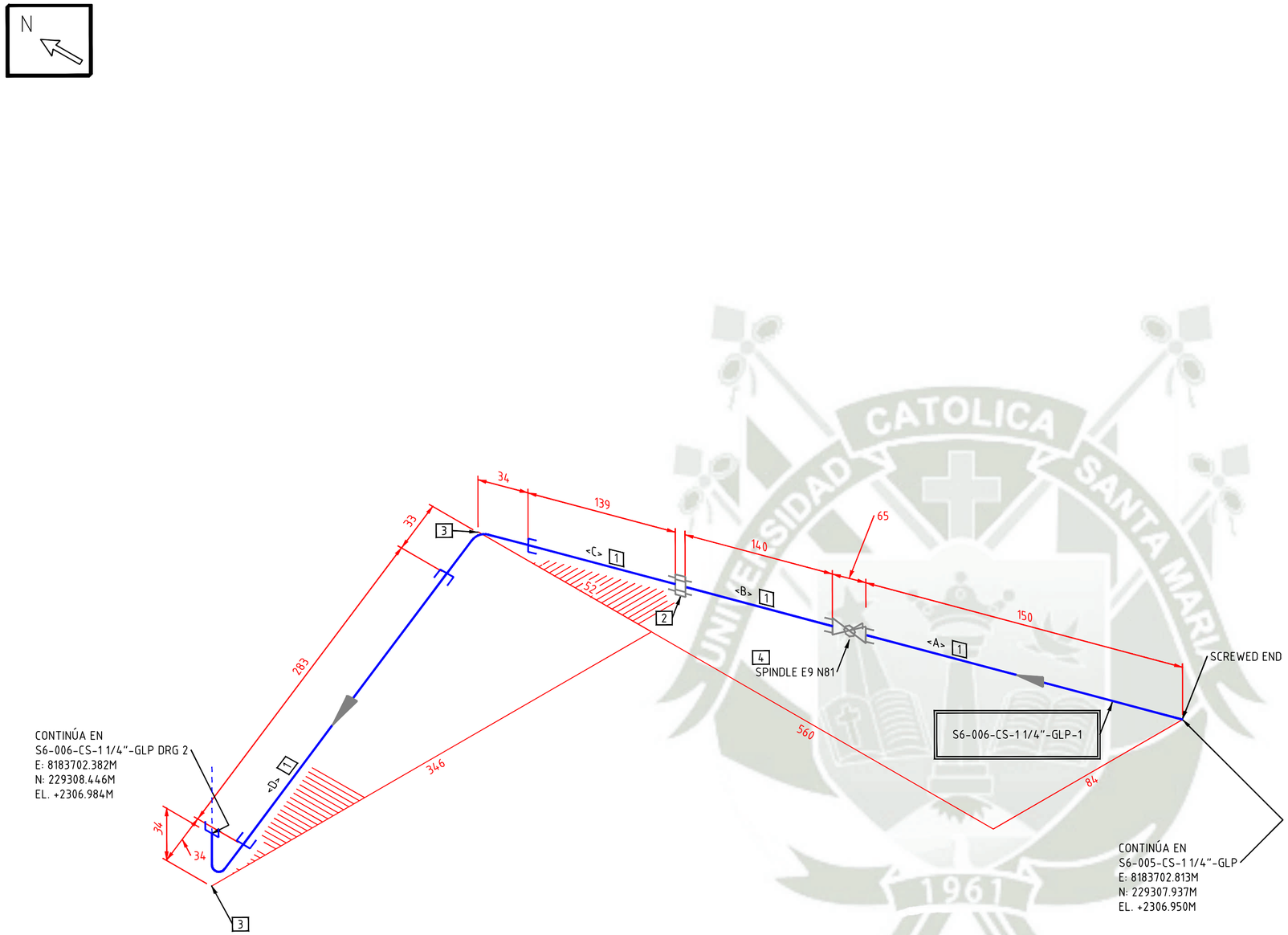
ID: 32

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE I: SISTEMA DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO
Desde S6-DEC-01 hasta S6-REG-05 (II)

Nº DE PLANO: HOJA 2 DE 2

UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-022

S6-005-CS-1 1/4"-GLP | REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	1.1/4	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	712 MM
ACCESORIOS			
2	1.1/4	UNION ROSCADA O ACOPLE UNIVERSAL ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	1
3	1.1/4	CODO 90° ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	2
VALVULAS / ELEMENTOS EN LÍNEA			
4	1.1/4	VALVULA DE BOLA 1/4 DE VUELTA CON EXTREMOS ROSCADOS CLASE 800LB	1

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	1.1/4"	150	ROSCADO	ROSCADO
B	1.1/4"	140	ROSCADO	ROSCADO
C	1.1/4"	139	ROSCADO	ROSCADO
D	1.1/4"	283	ROSCADO	ROSCADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

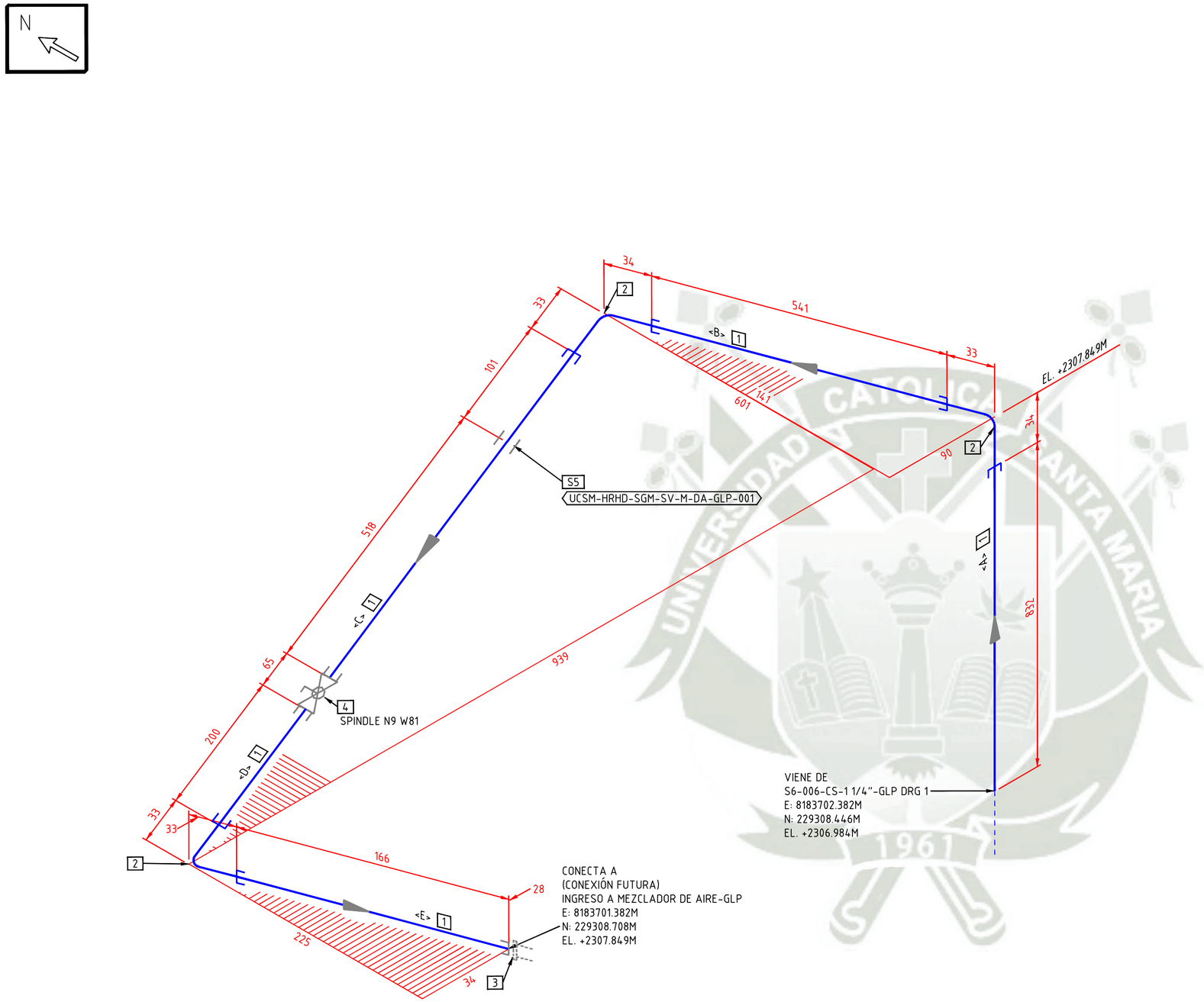
ID: 33

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE I: SISTEMA DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO
Desde Tee hasta S6-MEZ-01 (I)

N° DE PLANO: HOJA 1 DE 2

UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-023

S6-006-CS-1 1/4"-GLP REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	1.1/4	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	2357 MM
ACCESORIOS			
2	1.1/4	CODO 90° ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	3
3	1.1/4	TAPÓN ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105	1
VALVULAS / ELEMENTOS EN LÍNEA			
4	1.1/4	VALVULA DE BOLA 1/4 DE VUELTA CON EXTREMOS ROSCADOS CLASE 800LB	1
SOPORTERÍA			
5	1.1/4	SOPORTE DE ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36 TIPO SP-06	1

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	1.1/4"	832	ROSCADO	ROSCADO
B	1.1/4"	541	ROSCADO	ROSCADO
C	1.1/4"	618	ROSCADO	ROSCADO
D	1.1/4"	200	ROSCADO	ROSCADO
E	1.1/4"	166	ROSCADO	ROSCADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

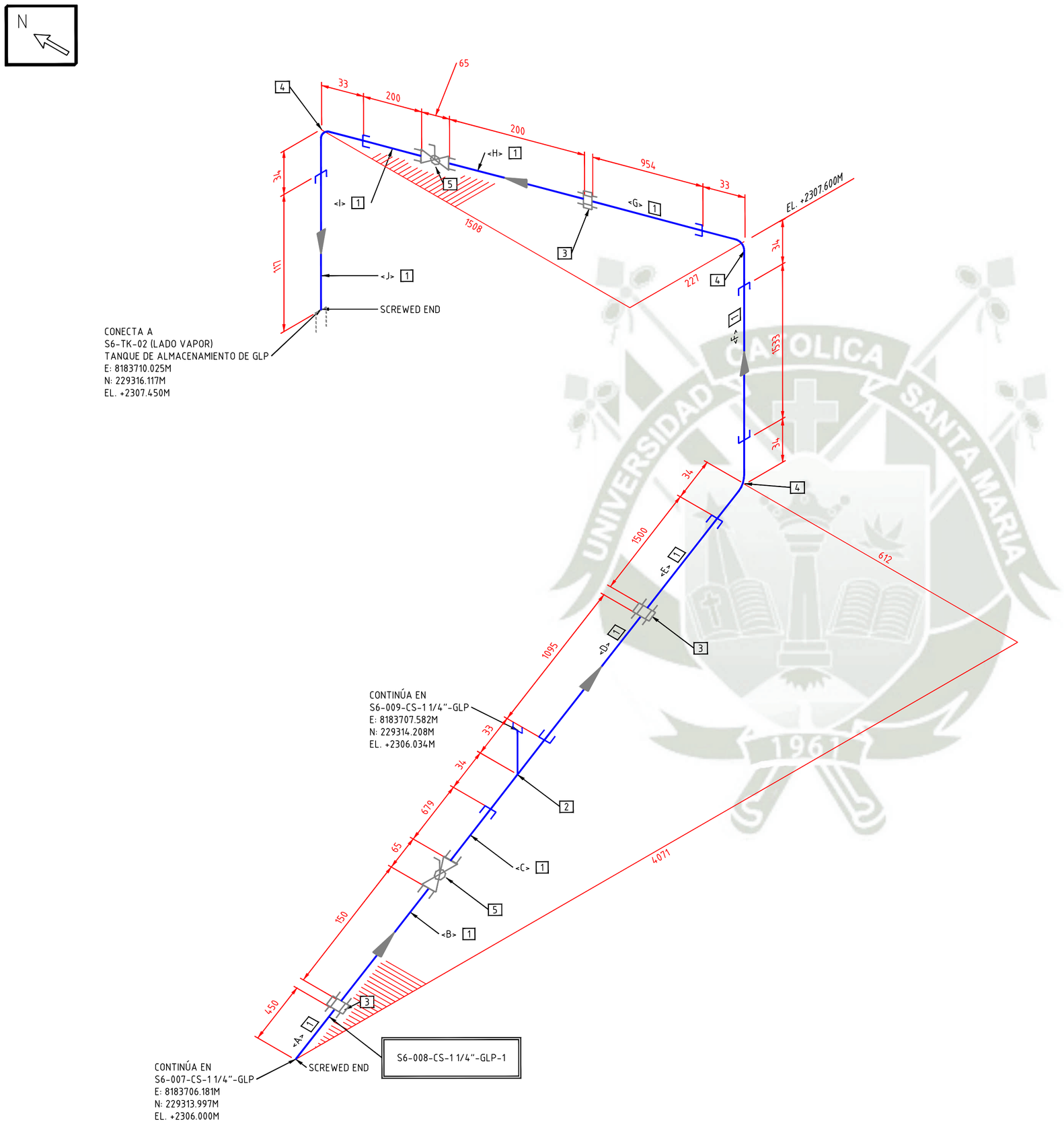
ID: 34

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE I: SISTEMA DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO
Desde Tee hasta S6-MEZ-01 (II)

N° DE PLANO: HOJA 2 DE 2

UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-024

S6-006-CS-1 1/4"-GLP | REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	1.1/4	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	6878 MM
ACCESORIOS			
2	1.1/4X1.1/4	TEE ROSCADA CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	1
3	1.1/4	UNION ROSCADA O ACOPLE UNIVERSAL ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	3
4	1.1/4	CODO 90° ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	3
VALVULAS / ELEMENTOS EN LÍNEA			
5	1.1/4	VALVULA DE BOLA 1/4 DE VUELTA CON EXTREMOS ROSCADOS CLASE 800LB	2

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	1.1/4"	450	ROSCADO	ROSCADO
B	1.1/4"	150	ROSCADO	ROSCADO
C	1.1/4"	679	ROSCADO	ROSCADO
D	1.1/4"	1095	ROSCADO	ROSCADO
E	1.1/4"	1500	ROSCADO	ROSCADO
F	1.1/4"	1533	ROSCADO	ROSCADO
G	1.1/4"	954	ROSCADO	ROSCADO
H	1.1/4"	200	ROSCADO	ROSCADO
I	1.1/4"	200	ROSCADO	ROSCADO
J	1.1/4"	117	ROSCADO	ROSCADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

ID: 35

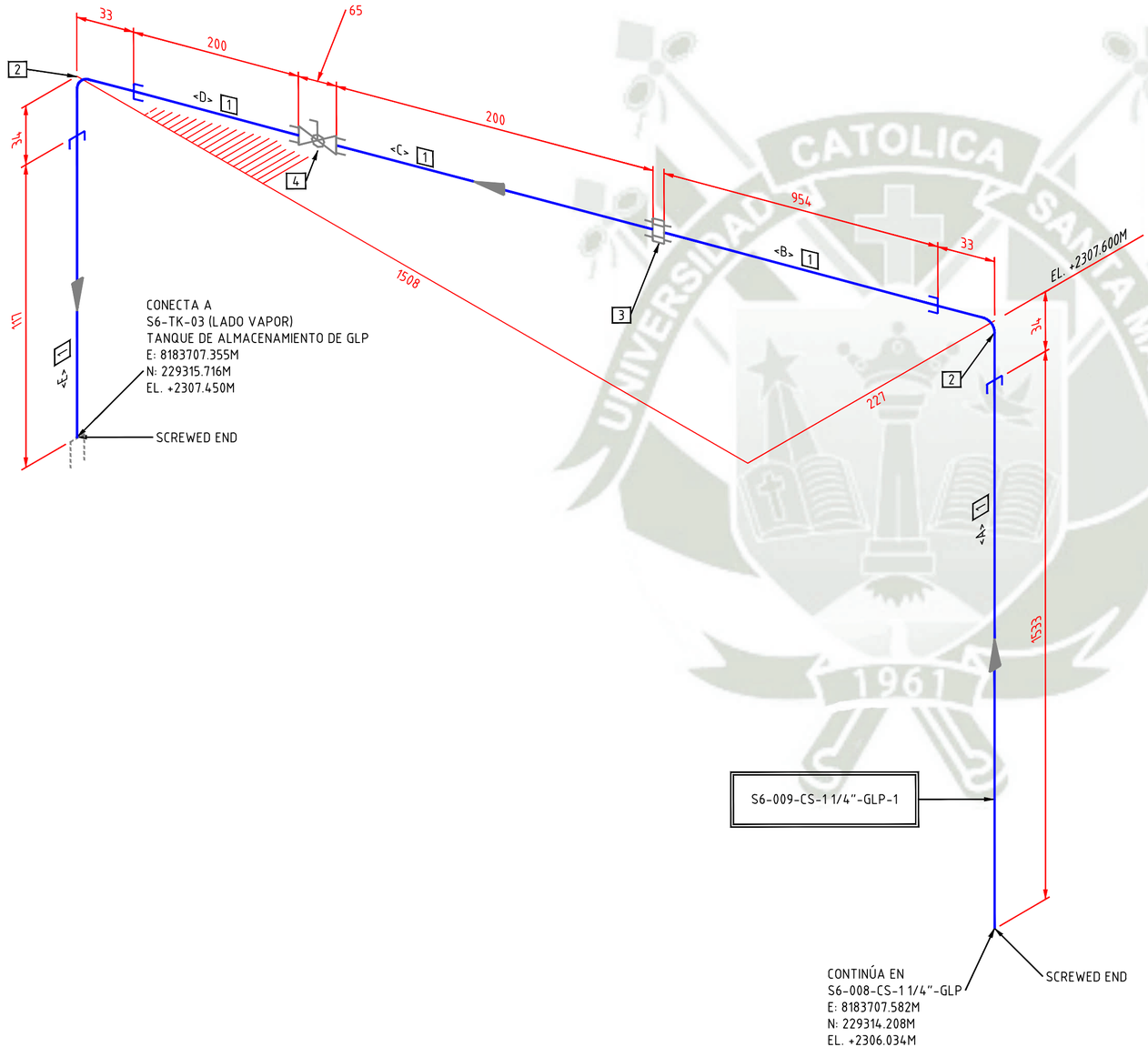
SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE I: SISTEMA DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO
Desde Cruz hasta S6-TK-02

N° DE PLANO: HOJA 1 DE 1

UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-025

S6-008-CS-1 1/4"-GLP

REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	1.1/4	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	3004 MM
ACCESORIOS			
2	1.1/4	CODO 90° ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	2
3	1.1/4	UNION ROSCADA O ACOPLE UNIVERSAL ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	1
VALVULAS / ELEMENTOS EN LÍNEA			
4	1.1/4	VALVULA DE BOLA 1/4 DE VUELTA CON EXTREMOS ROSCADOS CLASE 800LB	1

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	1.1/4"	1533	ROSCADO	ROSCADO
B	1.1/4"	954	ROSCADO	ROSCADO
C	1.1/4"	200	ROSCADO	ROSCADO
D	1.1/4"	200	ROSCADO	ROSCADO
E	1.1/4"	117	ROSCADO	ROSCADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

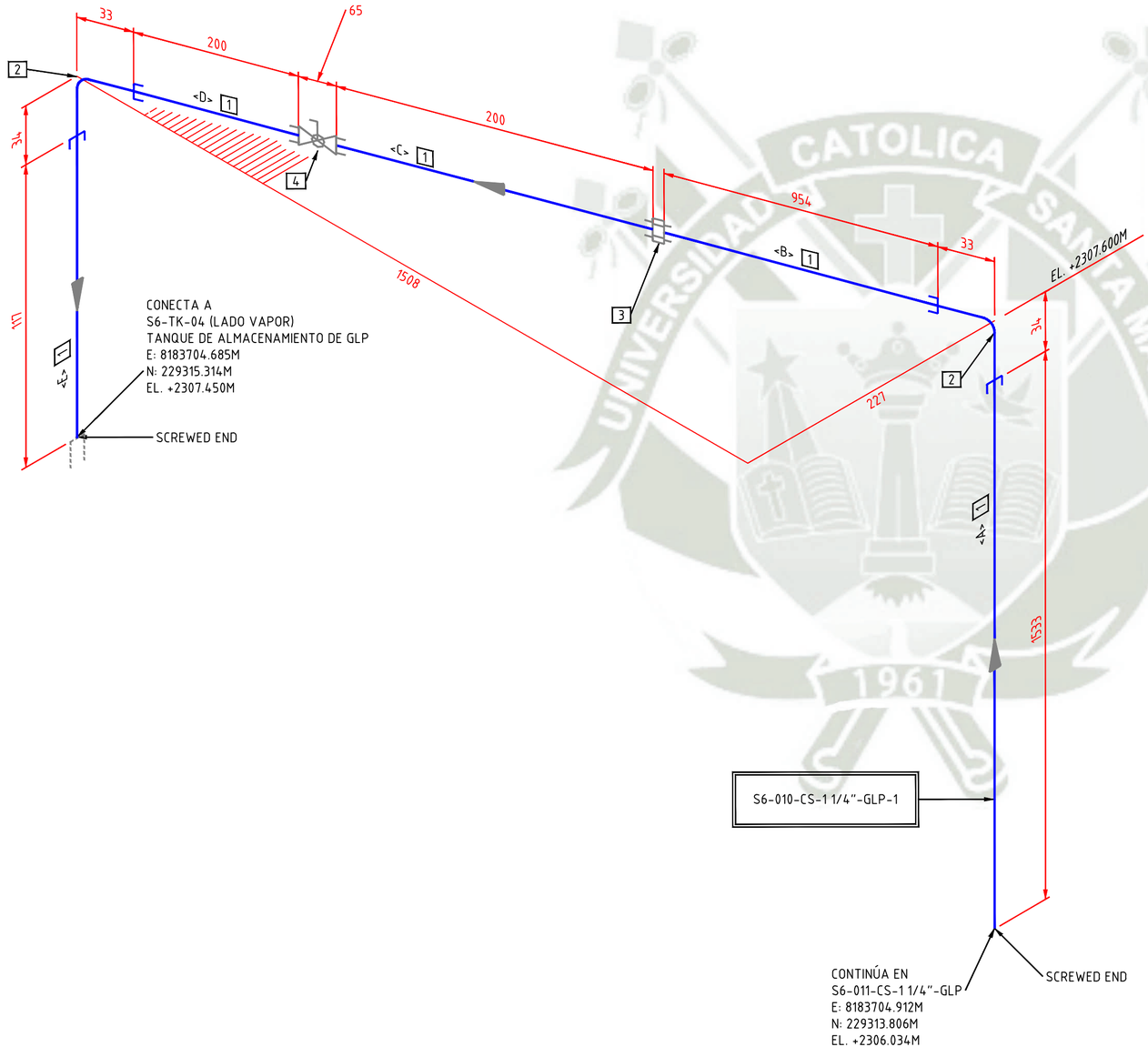
ID: 36

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE I: SISTEMA DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO
Desde Tee hasta S6-TK-03

N° DE PLANO: HOJA 1 DE 1

UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-026

S6-009-CS-1 1/4"-GLP REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	1.1/4	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	3004 MM
ACCESORIOS			
2	1.1/4	CODO 90° ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	2
3	1.1/4	UNION ROSCADA O ACOPLE UNIVERSAL ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	1
VALVULAS / ELEMENTOS EN LÍNEA			
4	1.1/4	VALVULA DE BOLA 1/4 DE VUELTA CON EXTREMOS ROSCADOS CLASE 800LB	1

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	1.1/4"	1533	ROSCADO	ROSCADO
B	1.1/4"	954	ROSCADO	ROSCADO
C	1.1/4"	200	ROSCADO	ROSCADO
D	1.1/4"	200	ROSCADO	ROSCADO
E	1.1/4"	117	ROSCADO	ROSCADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

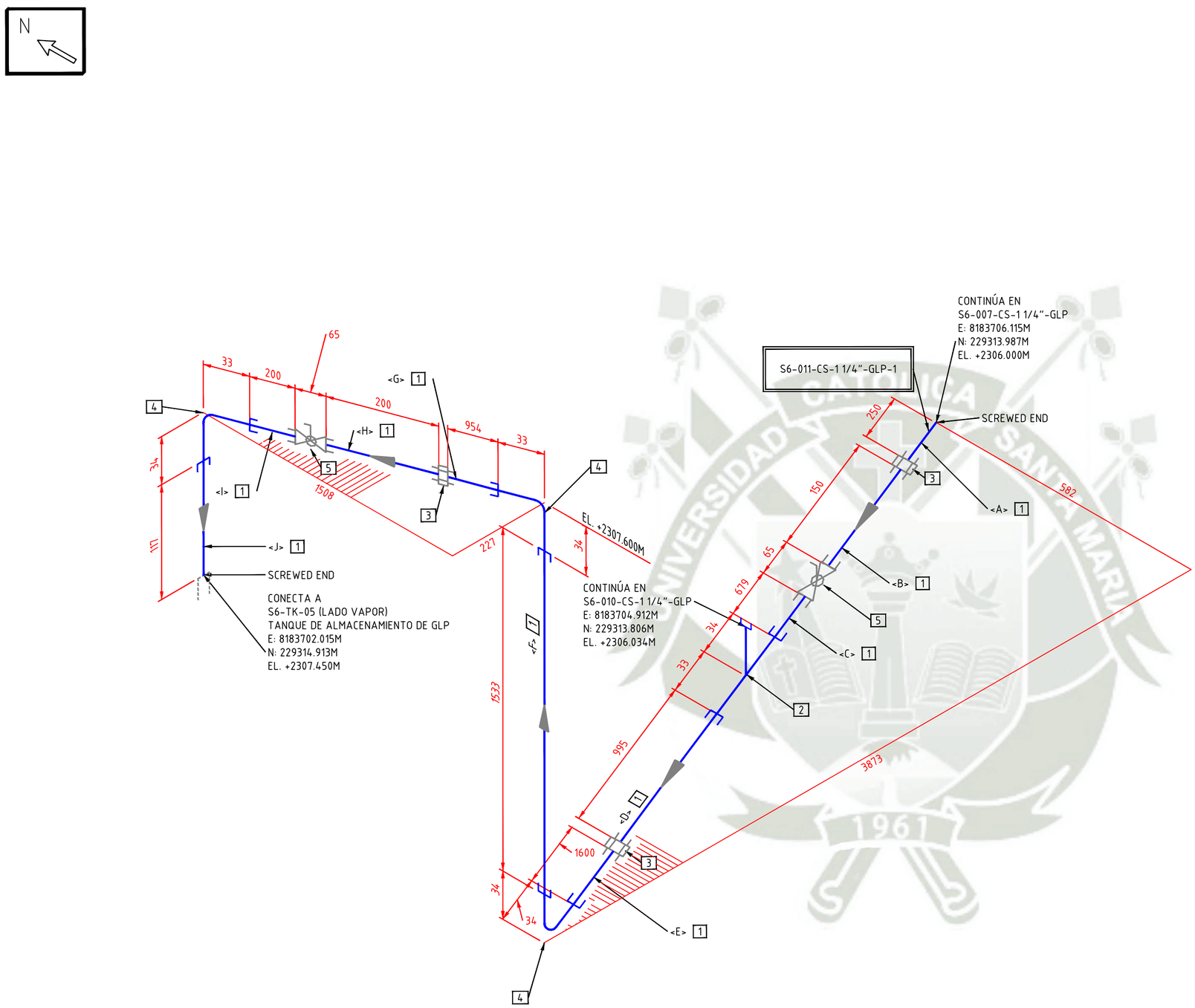
ID: 37

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE I: SISTEMA DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO
Desde Tee hasta S6-TK-04

N° DE PLANO: HOJA 1 DE 1

UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-027

S6-010-CS-1 1/4"-GLP | REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	1.1/4	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	6678 MM
ACCESORIOS			
2	1.1/4X1.1/4	TEE ROSCADA CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	1
3	1.1/4	UNION ROSCADA O ACOPLE UNIVERSAL ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	3
4	1.1/4	CODO 90° ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	3
VALVULAS / ELEMENTOS EN LÍNEA			
5	1.1/4	VALVULA DE BOLA 1/4 DE VUELTA CON EXTREMOS ROSCADOS CLASE 800LB	2

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	1.1/4"	250	ROSCADO	ROSCADO
B	1.1/4"	150	ROSCADO	ROSCADO
C	1.1/4"	679	ROSCADO	ROSCADO
D	1.1/4"	995	ROSCADO	ROSCADO
E	1.1/4"	1600	ROSCADO	ROSCADO
F	1.1/4"	1533	ROSCADO	ROSCADO
G	1.1/4"	954	ROSCADO	ROSCADO
H	1.1/4"	200	ROSCADO	ROSCADO
I	1.1/4"	200	ROSCADO	ROSCADO
J	1.1/4"	117	ROSCADO	ROSCADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

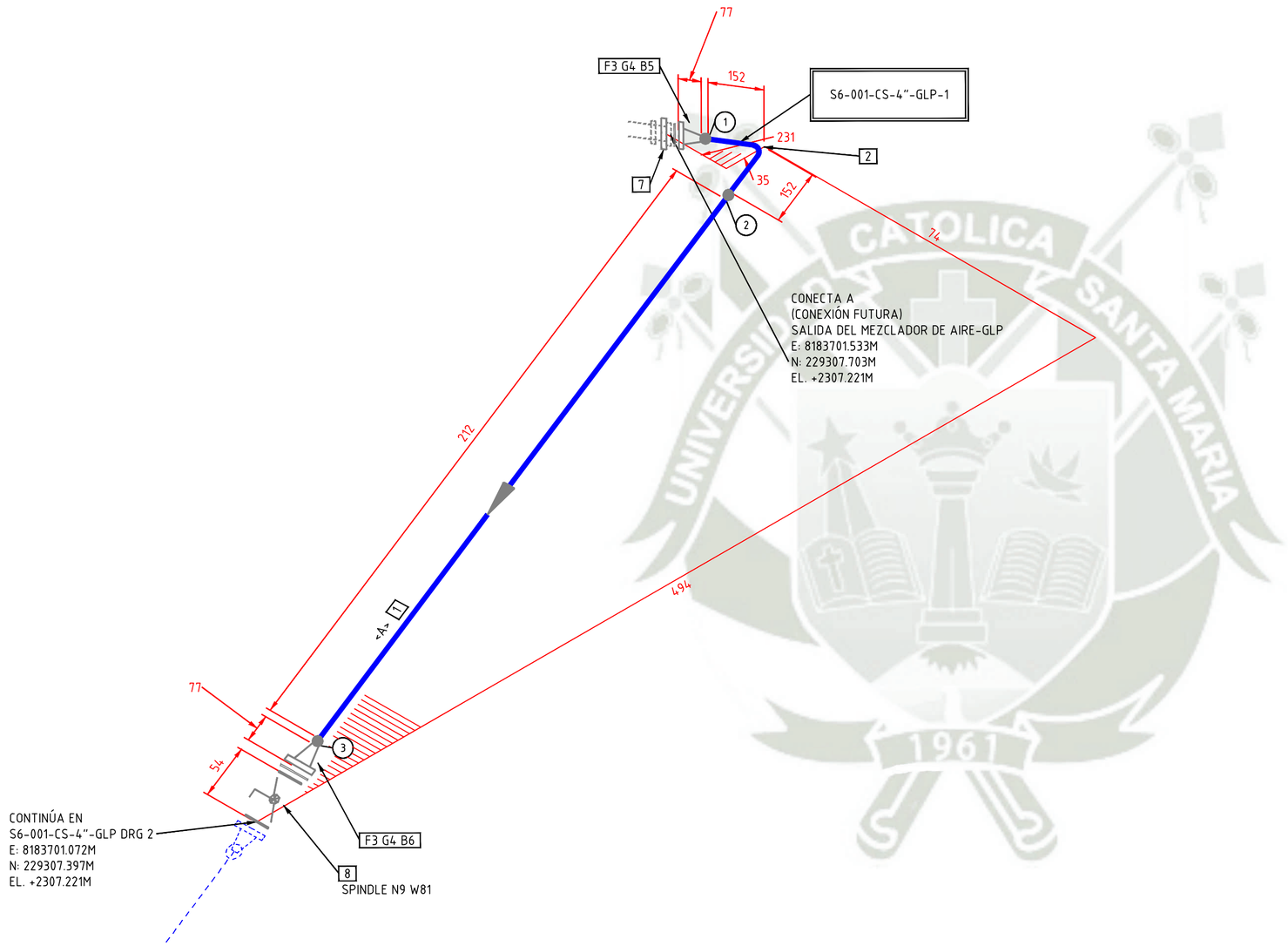
ID: 38

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE I: SISTEMA DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO
Desde Cruz hasta S6-TK-05

N° DE PLANO: HOJA 1 DE 1

UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-028

S6-011-CS-1 1/4"-GLP | REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	4	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH40 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	212 MM
ACCESORIOS			
2	4	CODO 90° SOLDABLE RL SCH40 ASTM A234 GR.WPB	1
BRIDAS			
3	4	BRIDA WELDING NECK CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	2
EMPAQUETADURAS			
4	4	EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	2
PERNERÍA			
5	5/8	(8) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436 (95 MM LG)	1
6	5/8	(8) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436 (131 MM LG)	1
VALVULAS / ELEMENTOS EN LÍNEA			
7	4	BRIDA CIEGA CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	1
8	4	VÁLVULA DE MARIPOSA 1/4 DE VUELTA TIPO WAFER CLASE 150 LO	1

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN
1	4"	BW	3-2
2	4"	BW	2-1
3	4"	BW	1-3

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	4"	212	BISELADO	BISELADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

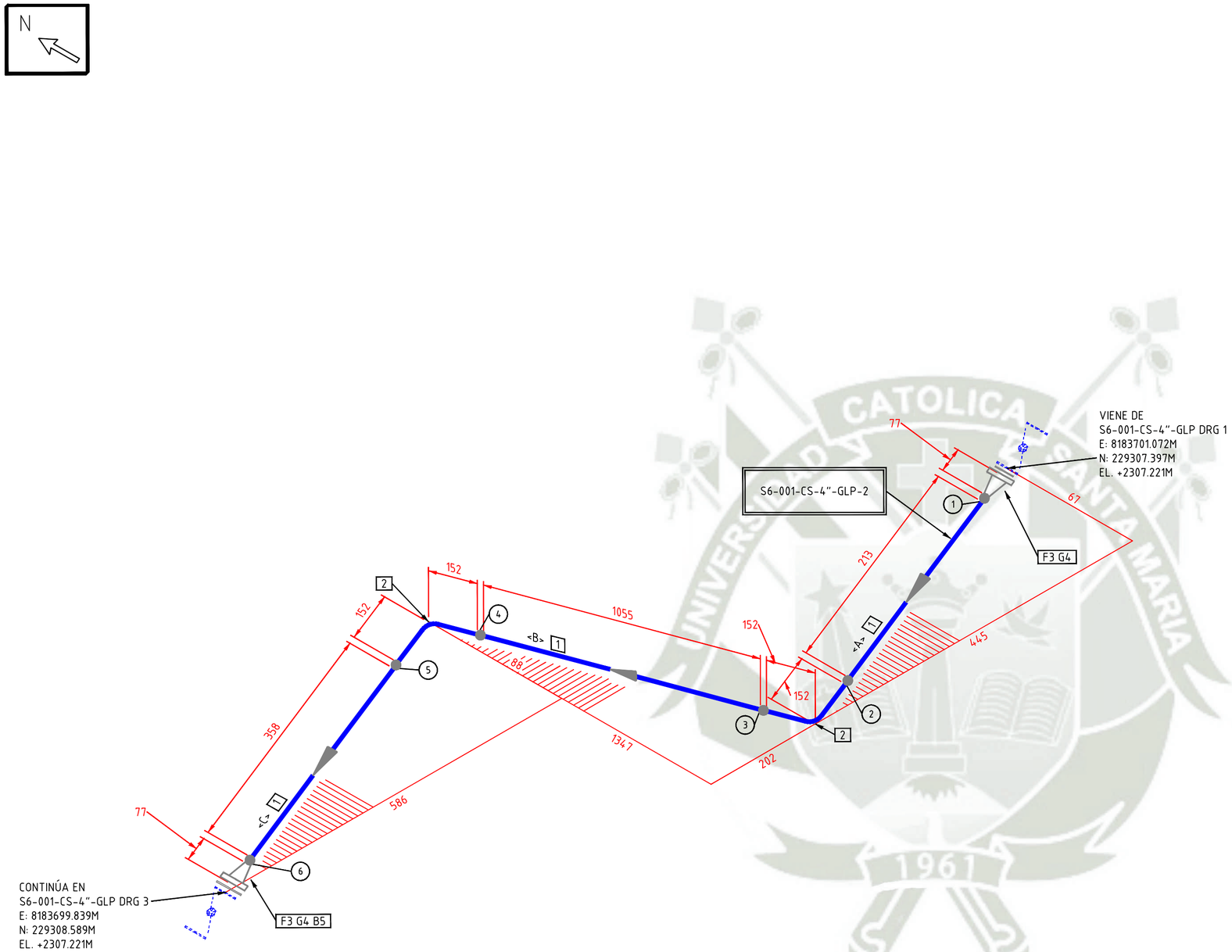
ID: 39

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE I: SISTEMA DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO
Salida de S6-MEZ-01 (I)

Nº DE PLANO: HOJA 1 DE 4

UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-029

S6-001-CS-4"-GLP | REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	4	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH40 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	1626 MM
ACCESORIOS			
2	4	CODO 90° SOLDABLE RL SCH40 ASTM A234 GR.WPB	2
BRIDAS			
3	4	BRIDA WELDING NECK CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	2
EMPAQUETADURAS			
4	4	EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	2
PERNERÍA			
5	5/8	(8) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436 (131 MM LG)	1

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN
1	4"	BW	3-1
2	4"	BW	1-2
3	4"	BW	2-1
4	4"	BW	1-2
5	4"	BW	2-1
6	4"	BW	1-3

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	4"	213	BISELADO	BISELADO
B	4"	1055	BISELADO	BISELADO
C	4"	358	BISELADO	BISELADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

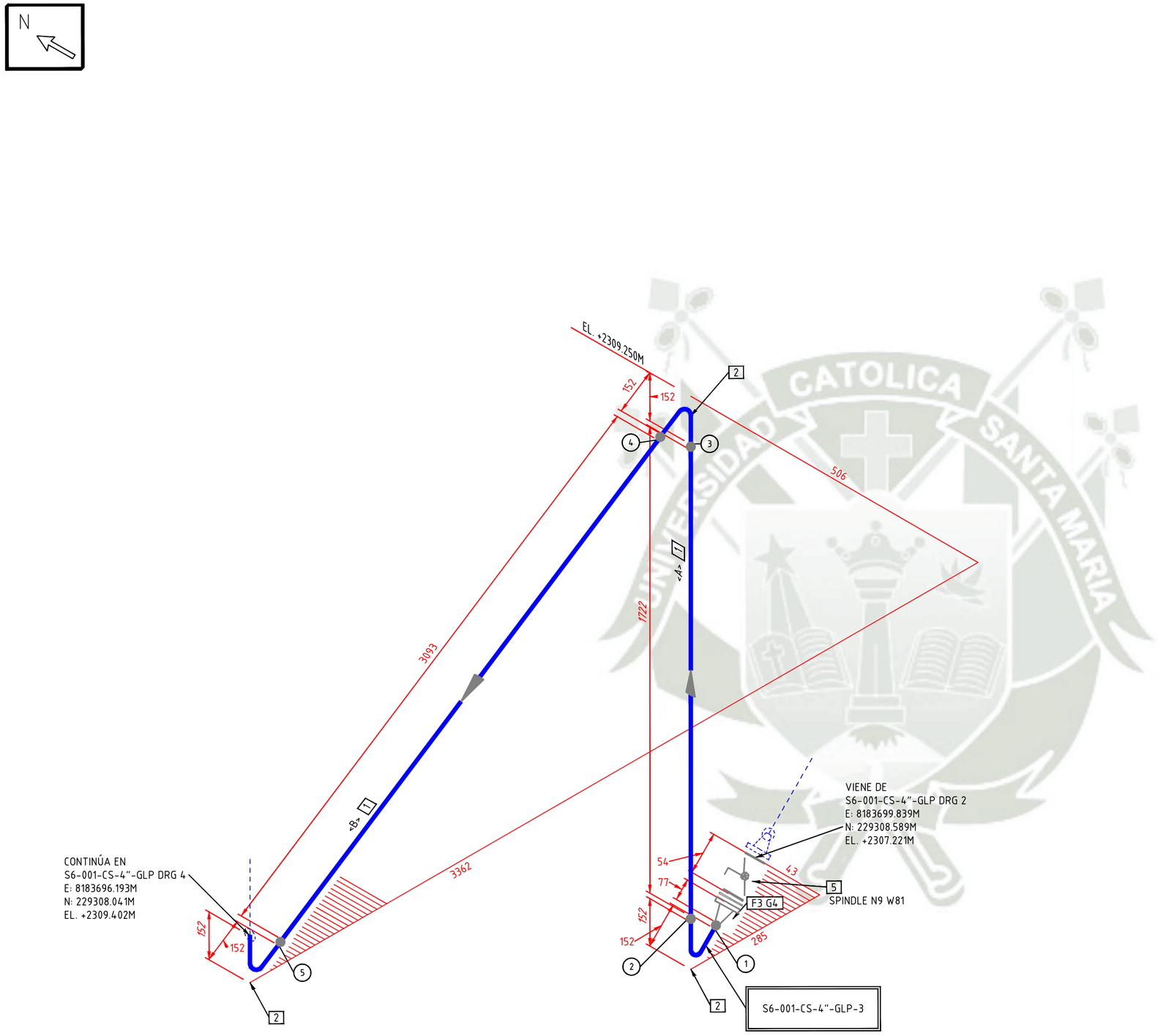
ID: 40

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE I: SISTEMA DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO
Salida de S6-MEZ-01 (II)

N° DE PLANO: HOJA 2 DE 4

UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-030

S6-001-CS-4"-GLP REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	4	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH40 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	4815 MM
ACCESORIOS			
2	4	CODO 90° SOLDABLE RL SCH40 ASTM A234 GR.WPB	3
BRIDAS			
3	4	BRIDA WELDING NECK CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	1
EMPAQUETADURAS			
4	4	EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	1
VALVULAS / ELEMENTOS EN LÍNEA			
5	4	VÁLVULA DE MARIPOSA 1/4 DE VUELTA TIPO WAFER CLASE 150 LO	1

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN
1	4"	BW	3-2
2	4"	BW	2-1
3	4"	BW	1-2
4	4"	BW	2-1
5	4"	BW	1-2

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	4"	1722	BISELADO	BISELADO
B	4"	3093	BISELADO	BISELADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

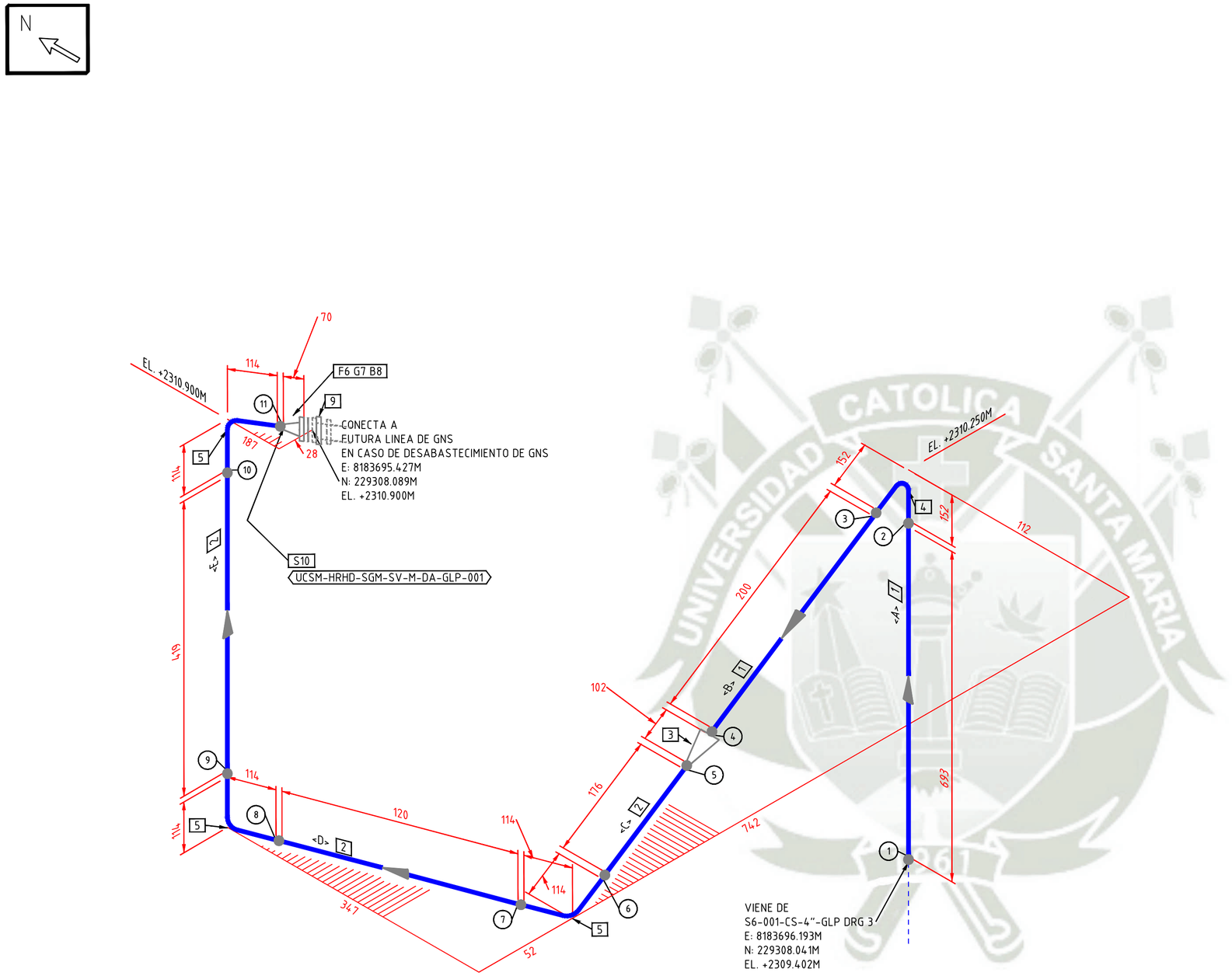
ID: 41

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE I: SISTEMA DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO
Salida de S6-MEZ-01 (III)

N° DE PLANO: HOJA 3 DE 4

UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-031

S6-001-CS-4"-GLP | REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	4	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH40 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	893 MM
2	3	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH40 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	715 MM
ACCESORIOS			
3	4X3	REDUCCIÓN CONCÉNTRICA SOLDABLE ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	1
4	4	CODO 90° SOLDABLE RL SCH40 ASTM A234 GR.WPB	1
5	3	CODO 90° SOLDABLE RL SCH40 ASTM A234 GR.WPB	3
BRIDAS			
6	3	BRIDA WELDING NECK CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	1
EMPAQUETADURAS			
7	3	EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	1
PERNERÍA			
8	5/8	(4) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436 (95 MM LG)	1
VALVULAS / ELEMENTOS EN LÍNEA			
9	3	BRIDA CIEGA CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	1
SOPORTERÍA			
10	3	SOPORTE DE ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36 TIPO SP-06	1

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN
1	4"	BW	4-1
2	4"	BW	1-4
3	4"	BW	4-1
4	4"	BW	1-3
5	3"	BW	3-2
6	3"	BW	2-5
7	3"	BW	5-2
8	3"	BW	2-5
9	3"	BW	5-2
10	3"	BW	2-5
11	3"	BW	5-6

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	4"	693	BISELADO	BISELADO
B	4"	200	BISELADO	BISELADO
C	3"	176	BISELADO	BISELADO
D	3"	120	BISELADO	BISELADO
E	3"	419	BISELADO	BISELADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

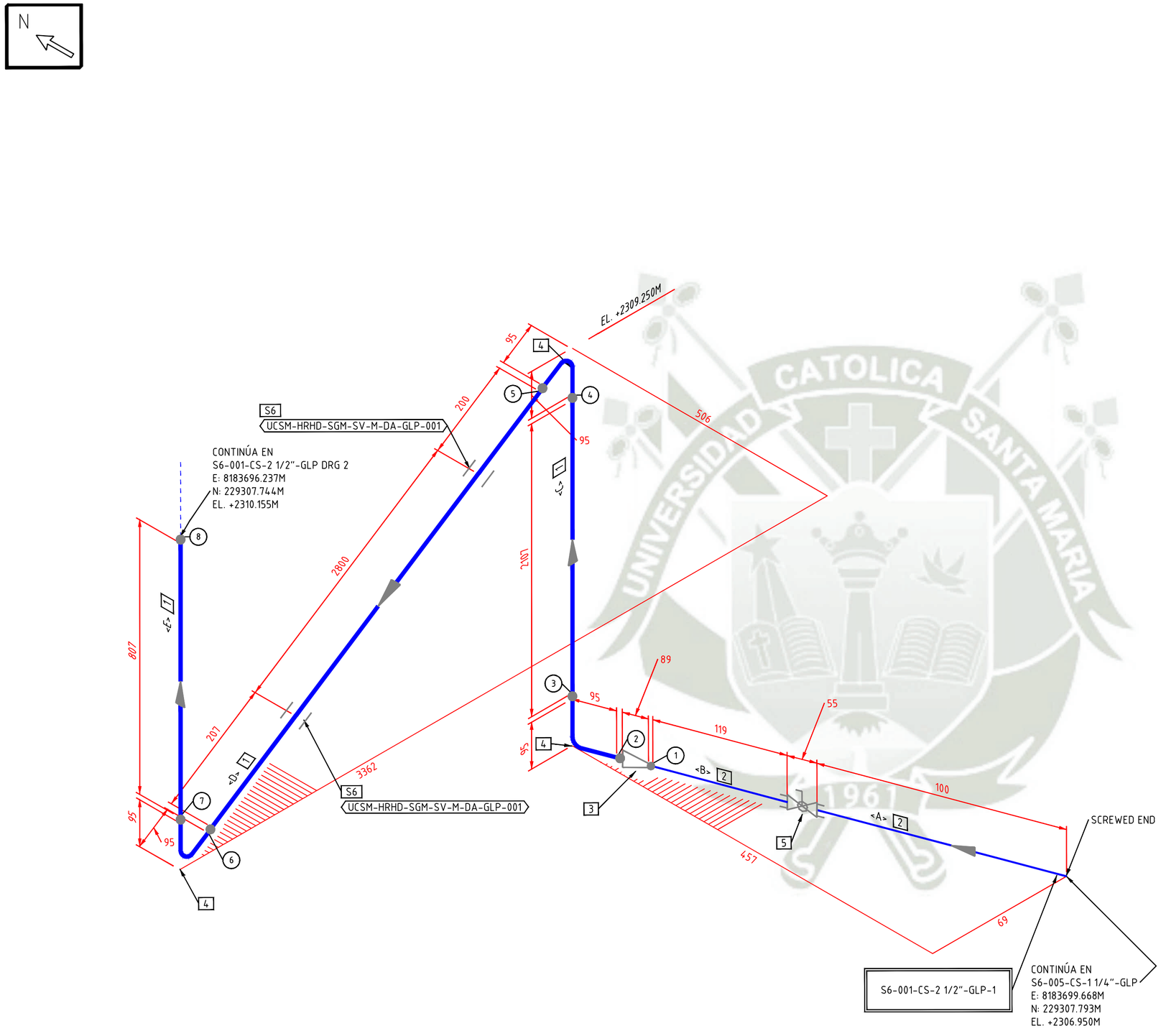
ID: 42

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE I: SISTEMA DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO
Salida de S6-MEZ-01 (IV)

N° DE PLANO: HOJA 4 DE 4

UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-032

S6-001-CS-4"-GLP | REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	2.1/2	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH40 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	6121 MM
2	1	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	219 MM
ACCESORIOS			
3	2.1/2X1	REDUCCIÓN CONCÉNTRICA SOLDABLE ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	1
4	2.1/2	CODO 90° SOLDABLE RL SCH40 ASTM A234 GR.WPB	3
VALVULAS / ELEMENTOS EN LÍNEA			
5	1	VALVULA DE BOLA 1/4 DE VUELTA CON EXTREMOS ROSCADOS CLASE 800LB	1
SOPORTERÍA			
6	2.1/2	SOPORTE DE ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36 TIPO SP-07	2

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN
1	1"	BW	2-3
2	2.1/2"	BW	3-4
3	2.1/2"	BW	4-1
4	2.1/2"	BW	1-4
5	2.1/2"	BW	4-1
6	2.1/2"	BW	1-4
7	2.1/2"	BW	4-1
8	2.1/2"	BW	1-4

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	1"	100	ROSCADO	ROSCADO
B	1"	119	ROSCADO	BISELADO
C	2.1/2"	2107	BISELADO	BISELADO
D	2.1/2"	3207	BISELADO	BISELADO
E	2.1/2"	807	BISELADO	BISELADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

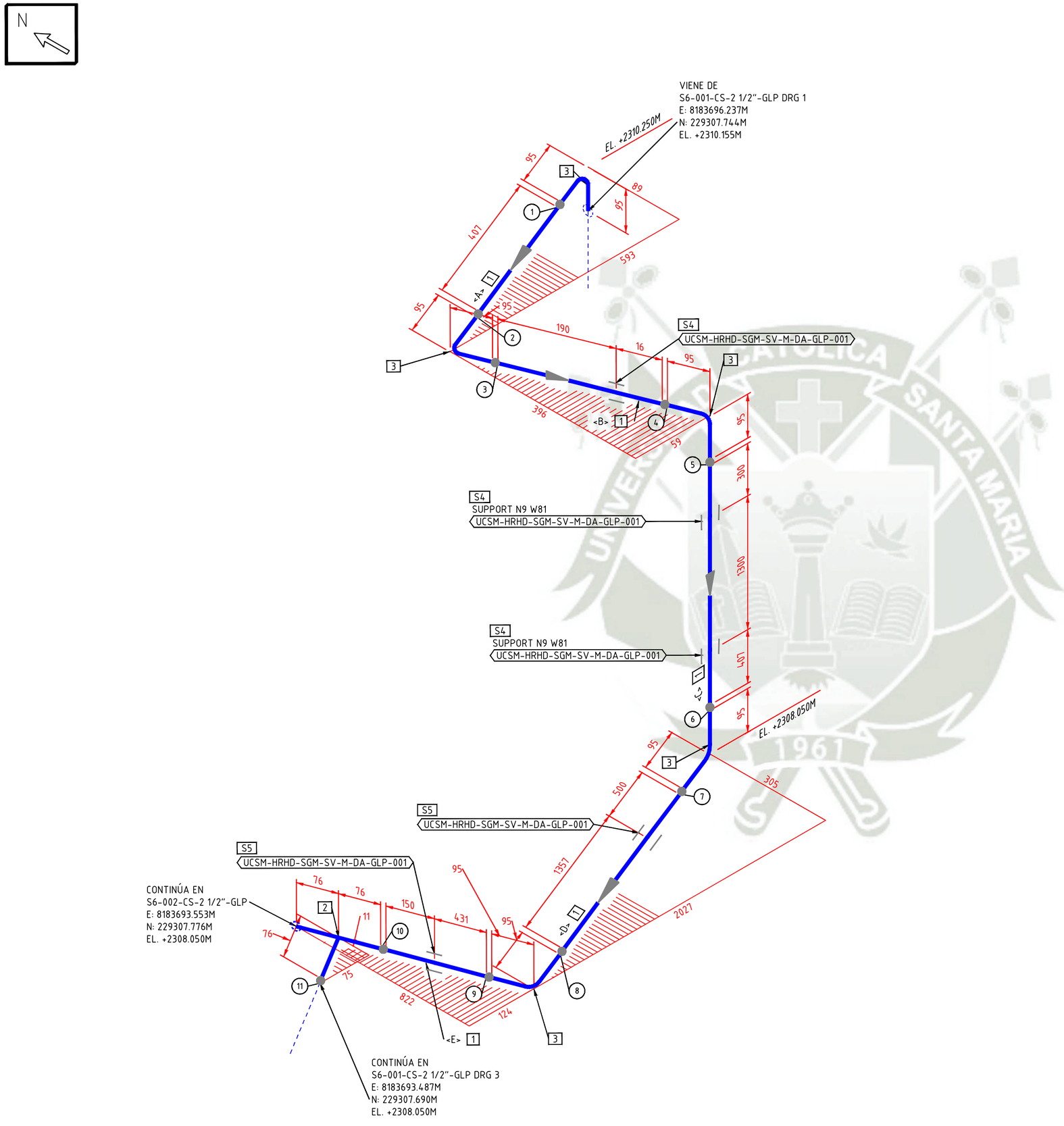
ID: 43

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE I: SISTEMA DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO
Desde S6-REG-05 hasta S6-CAL-05 (I)

N° DE PLANO: HOJA 1 DE 4

UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-033

S6-001-CS-2 1/2"-GLP | REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	2.1/2	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH40 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	5059 MM
ACCESORIOS			
2	2.1/2X2.1/2	TEE SOLDABLE SCH40 ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	1
3	2.1/2	CODO 90° SOLDABLE RL SCH40 ASTM A234 GR.WPB	5
SOPORTERÍA			
4	2.1/2	SOPORTE DE ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36 TIPO SP-06	3
5	2.1/2	SOPORTE DE ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36 TIPO SP-07	2

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN
1	2.1/2"	BW	3-1
2	2.1/2"	BW	1-3
3	2.1/2"	BW	3-1
4	2.1/2"	BW	1-3
5	2.1/2"	BW	3-1
6	2.1/2"	BW	1-3
7	2.1/2"	BW	3-1
8	2.1/2"	BW	1-3
9	2.1/2"	BW	3-1
10	2.1/2"	BW	1-2
11	2.1/2"	BW	2-1

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	2.1/2"	407	BISELADO	BISELADO
B	2.1/2"	207	BISELADO	BISELADO
C	2.1/2"	2007	BISELADO	BISELADO
D	2.1/2"	1857	BISELADO	BISELADO
E	2.1/2"	581	BISELADO	BISELADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

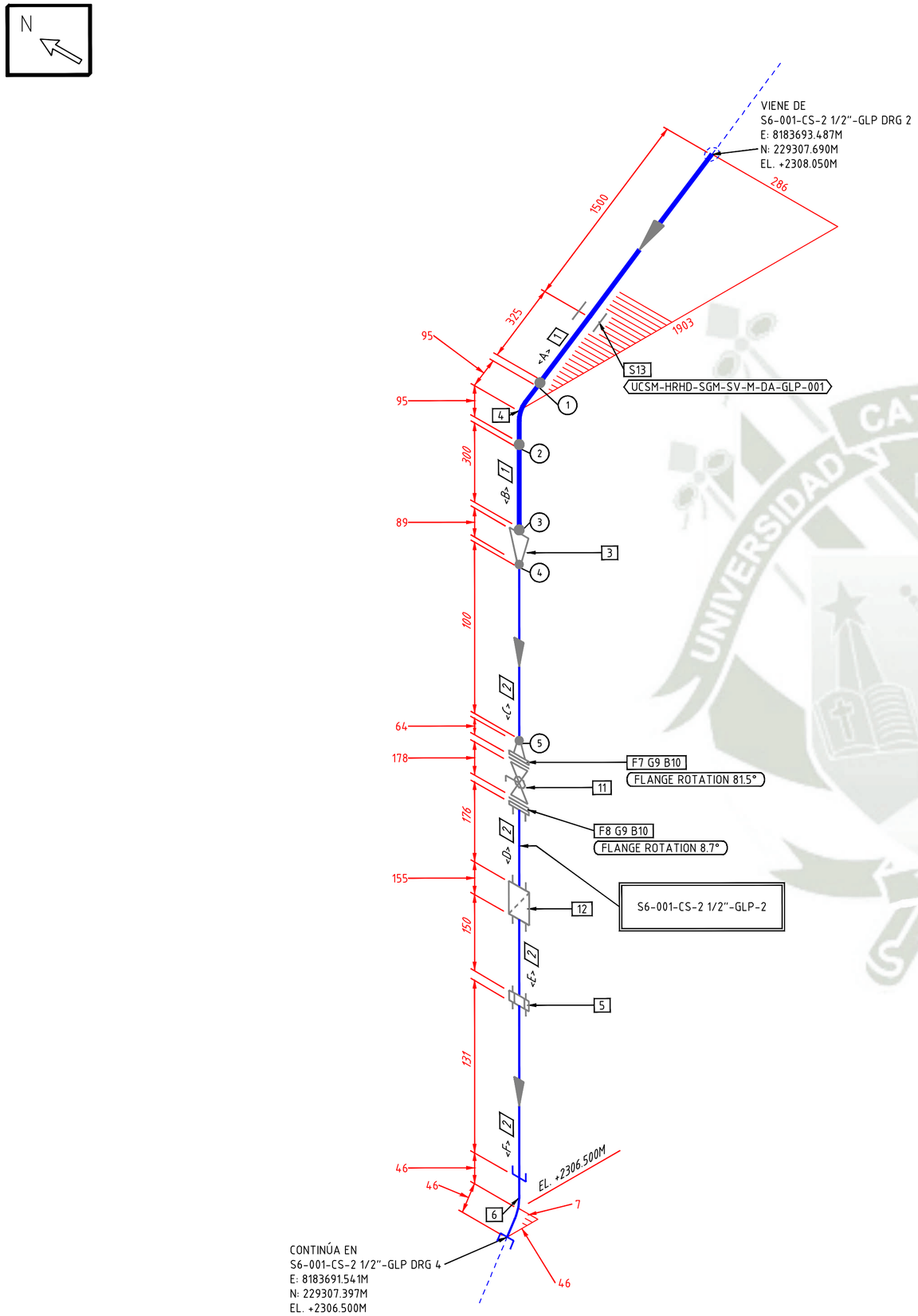
ID: 44

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE I: SISTEMA DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO
Desde S6-REG-05 hasta S6-CAL-05 (II)

N° DE PLANO: HOJA 2 DE 4

UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-034

S6-001-CS-2 1/2"-GLP | REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	2.1/2	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH40 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	2126 MM
2	2	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	531 MM
ACCESORIOS			
3	2.1/2X2	REDUCCIÓN CONCÉNTRICA SOLDABLE ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	1
4	2.1/2	CODO 90° SOLDABLE RL SCH40 ASTM A234 GR.WPB	1
5	2	UNION ROSCADA O ACOPLE UNIVERSAL ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	1
6	2	CODO 90° ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	1
BRIDAS			
7	2	BRIDA WELDING NECK CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	1
8	2	BRIDA ROSCADA CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	1
EMPAQUETADURAS			
9	2	EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	2
PERNERÍA			
10	5/8	(4) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436 (83 MM LG)	2
VALVULAS / ELEMENTOS EN LÍNEA			
11	2	VÁLVULA DE BOLA 1/4 DE VUELTA CON EXTREMOS BRIDADOS CLASE 150	1
12	2	FILTRO TIPO Y EXTREMOS ROSCADOS CLASE 800LB	1
SOPORTERÍA			
13	2.1/2	SOPORTE DE ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36 TIPO SP-07	1

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN
1	2.1/2"	BW	1-4
2	2.1/2"	BW	4-1
3	2.1/2"	BW	1-3
4	2"	BW	3-2
5	2"	BW	2-7

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	2.1/2"	1826	BISELADO	BISELADO
B	2.1/2"	300	BISELADO	BISELADO
C	2"	100	BISELADO	BISELADO
D	2"	150	ROSCADO	ROSCADO
E	2"	150	ROSCADO	ROSCADO
F	2"	131	ROSCADO	ROSCADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

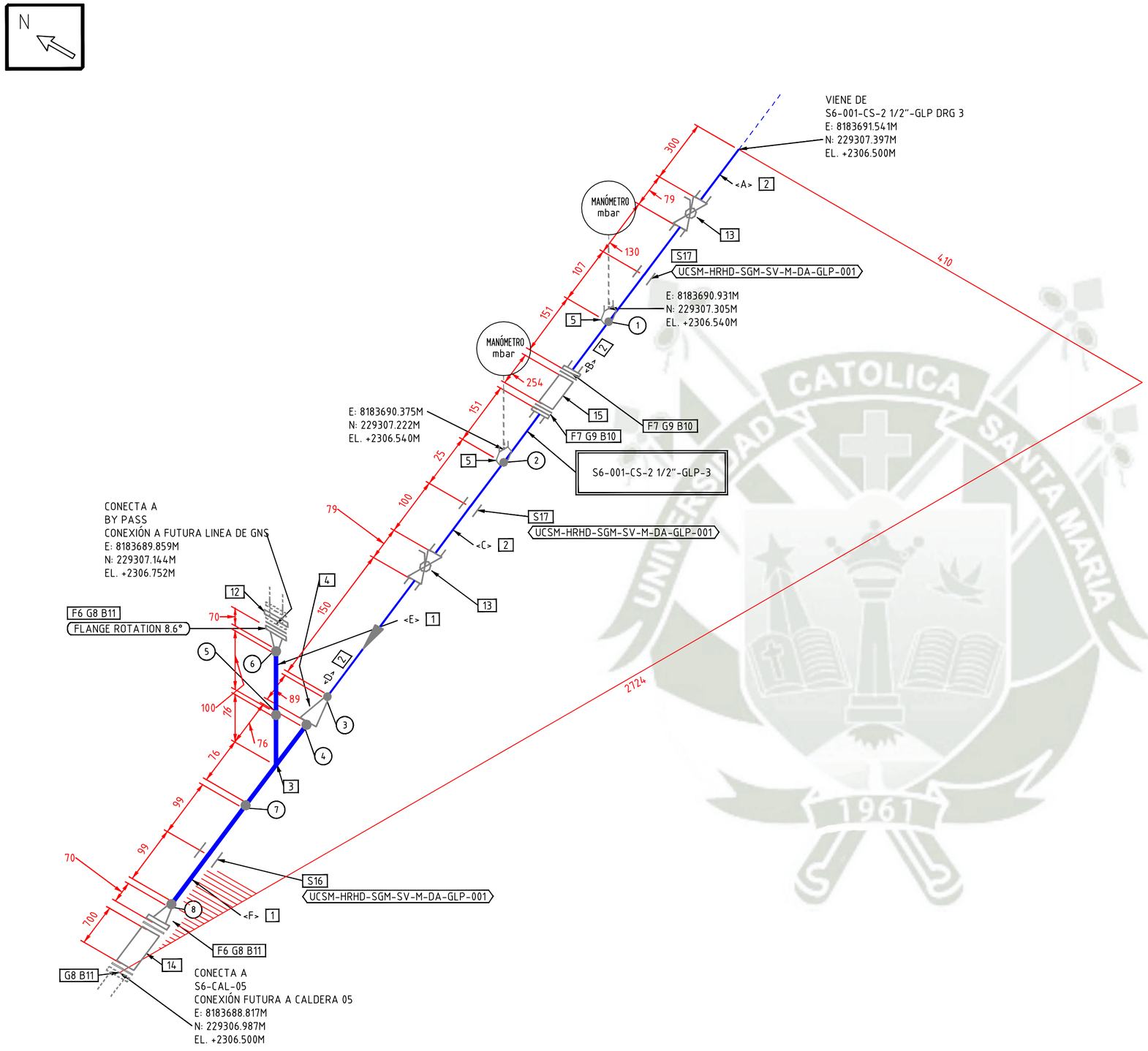
ID: 45

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE I: SISTEMA DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO
Desde S6-REG-05 hasta S6-CAL-05 (III)

N° DE PLANO: HOJA 3 DE 4

UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-035

S6-001-CS-2 1/2"-GLP | REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	2.1/2	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH40 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	298 MM
2	2	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	1062 MM
ACCESORIOS			
3	2.1/2X2.1/2	TEE SOLDABLE SCH40 ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	1
4	2.1/2X2	REDUCCIÓN CONCÉNTRICA SOLDABLE ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	1
5	2X1/4	THRD-O-LET, THRD, 3000LB, ASTM A105	2
BRIDAS			
6	2.1/2	BRIDA WELDING NECK CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	2
7	2	BRIDA ROSCADA CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	2
EMPAQUETADURAS			
8	2.1/2	EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	3
9	2	EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	2
PERNERÍA			
10	5/8	(4) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436 (83 MM LG)	2
11	5/8	(4) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436 (89 MM LG)	3
VALVULAS / ELEMENTOS EN LÍNEA			
12	2.1/2	BRIDA CIEGA CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	1
13	2	VALVULA DE BOLA 1/4 DE VUELTA CON EXTREMOS ROSCADOS CLASE 800LB	2
INSTRUMENTACIÓN			
14	2.1/2	TREN DE VÁLVULAS DE GAS P/ CALDERA DE 150 BHP	1
15	2	REGULADOR DE PRESIÓN TIPO DIAFRAGMA MODELO DIVAL 600 EXTREMOS BRIDADOS REG 500 MBAR A 300 MBAR	1
SOPORTERÍA			
16	2.1/2	SOPORTE DE ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36 TIPO SP-08	1
17	2	SOPORTE DE ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36 TIPO SP-08	2

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN
1	1/4"	LET	2-5
2	1/4"	LET	2-5
3	2"	BW	2-4
4	2.1/2"	BW	4-3
5	2.1/2"	BW	3-1
6	2.1/2"	BW	1-6
7	2.1/2"	BW	3-1
8	2.1/2"	BW	1-6

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	2"	300	ROSCADO	ROSCADO
B	2"	362	ROSCADO	ROSCADO
C	2"	250	ROSCADO	ROSCADO
D	2"	150	ROSCADO	BISELADO
E	2.1/2"	100	BISELADO	BISELADO
F	2.1/2"	198	BISELADO	BISELADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

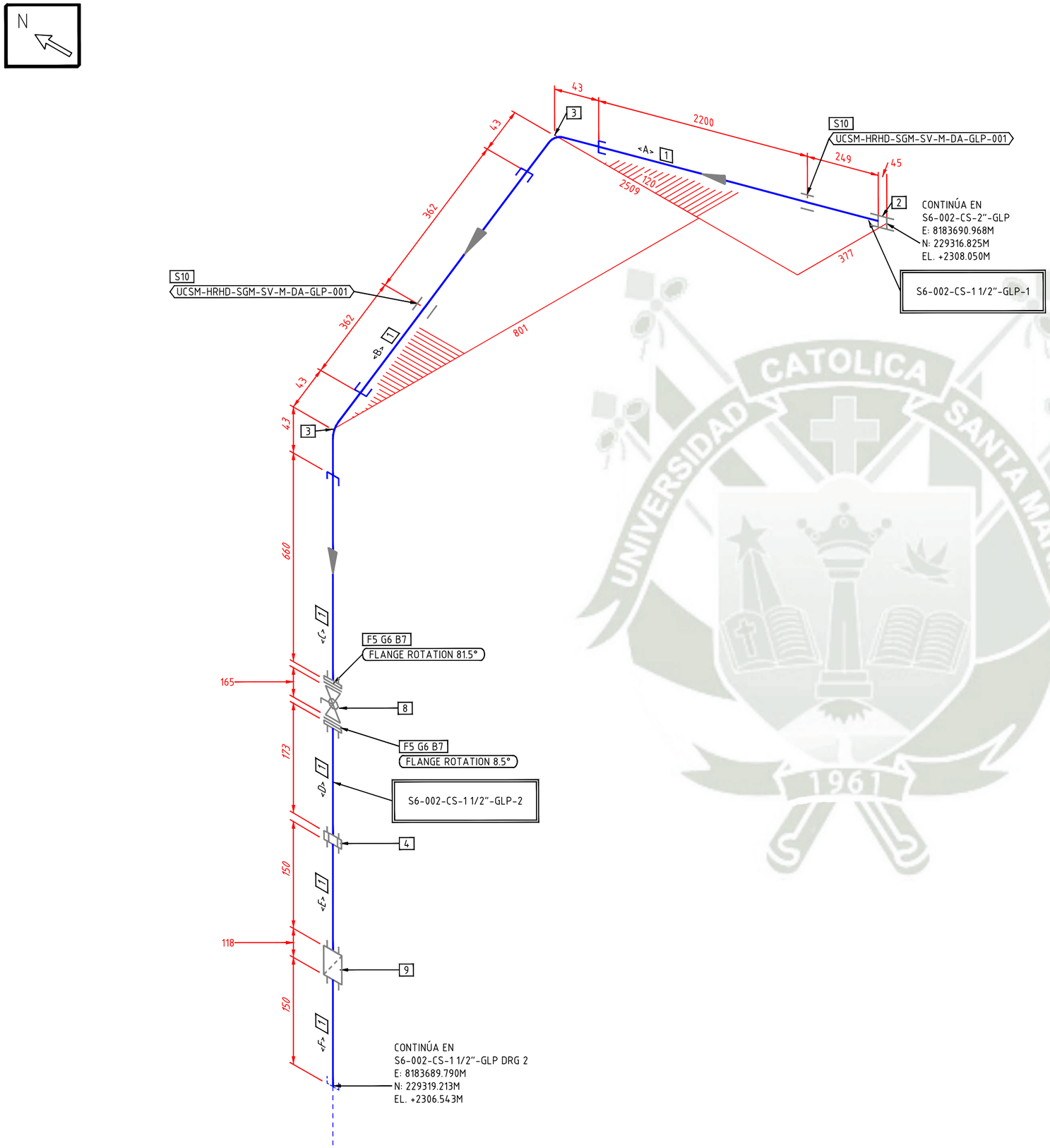
ID: 46

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE I: SISTEMA DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO
Desde S6-REG-05 hasta S6-CAL-05 (IV)

N° DE PLANO: HOJA 4 DE 4

UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-036

S6-001-CS-2 1/2"-GLP | REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	1.1/2	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	4260 MM
ACCESORIOS			
2	1.1/2	ACOPLE ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	1
3	1.1/2	CODO 90° ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	2
4	1.1/2	UNION ROSCADA O ACOPLE UNIVERSAL ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	1
BRIDAS			
5	1.1/2	BRIDA ROSCADA CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	2
EMPAQUETADURAS			
6	1.1/2	EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	2
PERNERÍA			
7	1/2	(4) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436 (76 MM LG)	2
VALVULAS / ELEMENTOS EN LÍNEA			
8	1.1/2	VÁLVULA DE BOLA 1/4 DE VUELTA CON EXTREMOS BRIDADOS CLASE 150	1
9	1.1/2	FILTRO TIPO Y EXTREMOS ROSCADOS CLASE 800LB	1
SOPORTERÍA			
10	1.1/2	SOPORTE DE ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36 TIPO SP-07	2

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	1.1/2"	2449	ROSCADO	ROSCADO
B	1.1/2"	724	ROSCADO	ROSCADO
C	1.1/2"	637	ROSCADO	ROSCADO
D	1.1/2"	150	ROSCADO	ROSCADO
E	1.1/2"	150	ROSCADO	ROSCADO
F	1.1/2"	150	ROSCADO	ROSCADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

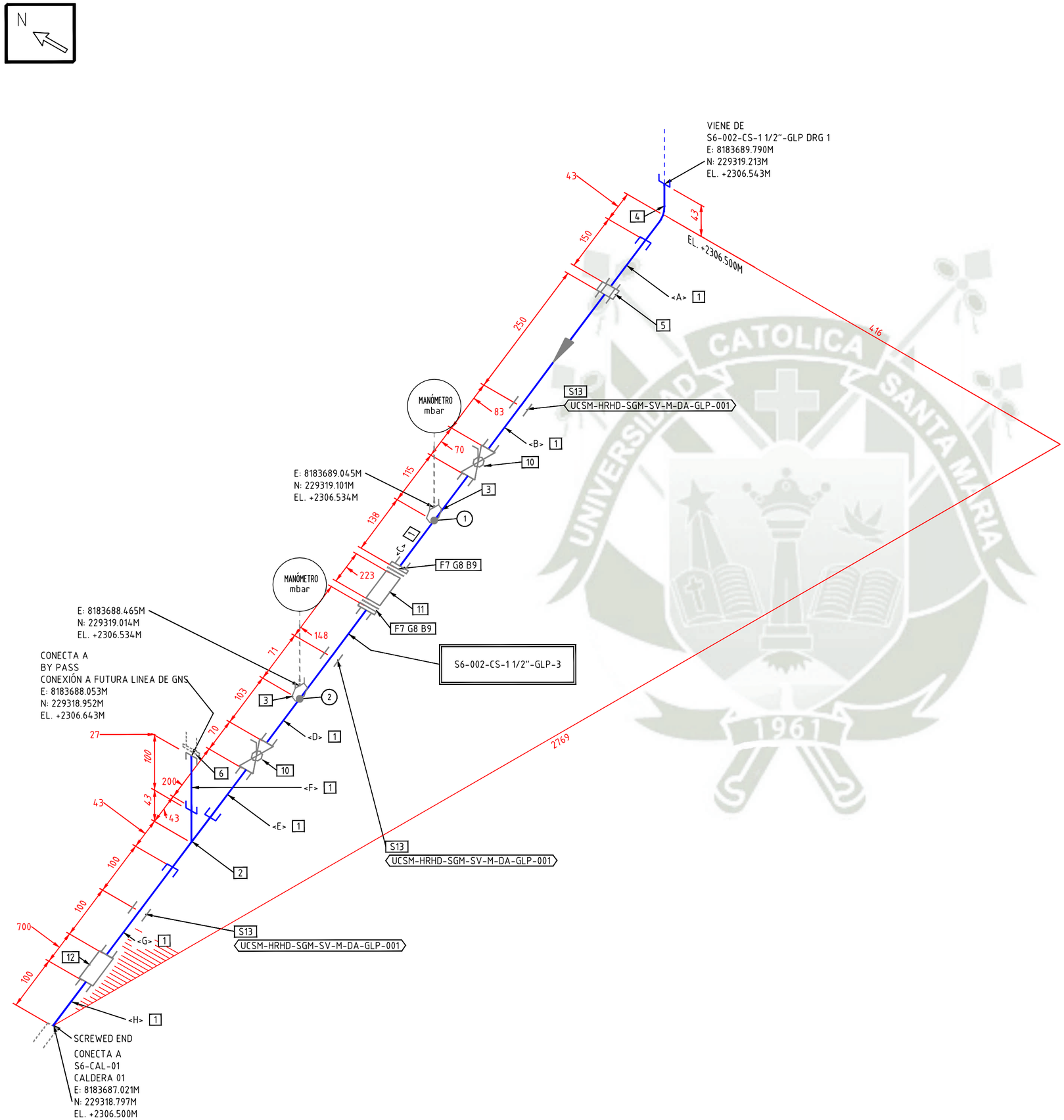
ID: 47

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE I: SISTEMA DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO
Desde Tee hasta S6-CAL-01 (I)

N° DE PLANO: HOJA 1 DE 2

UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-037

S6-002-CS-1 1/2"-GLP REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	1.1/2	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	1614 MM
ACCESORIOS			
2	1.1/2X1.1/2	TEE ROSCADA CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	1
3	1.1/2X1/4	THRD-O-LET, THRD, 3000LB, ASTM A105	2
4	1.1/2	CODO 90° ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	1
5	1.1/2	UNION ROSCADA O ACOPLE UNIVERSAL ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	1
6	1.1/2	TAPÓN ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105	1
BRIDAS			
7	1.1/2	BRIDA ROSCADA CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	2
EMPAQUETADURAS			
8	1.1/2	EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	2
PERNERÍA			
9	1/2	(4) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436 (76 MM LG)	2
VALVULAS / ELEMENTOS EN LÍNEA			
10	1.1/2	VALVULA DE BOLA 1/4 DE VUELTA CON EXTREMOS ROSCADOS CLASE 800LB	2
INSTRUMENTACIÓN			
11	1.1/2	REGULADOR DE PRESIÓN TIPO DIAFRAGMA MODELO DIVAL 600 EXTREMOS BRIDADOS REG 500 MBAR A 300 MBAR	1
12	1.1/2	TREN DE VÁLVULAS DE GAS P/ CALDERA DE 50 BHP	1
SOPORTERÍA			
13	1.1/2	SOPORTE DE ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36 TIPO SP-08	3

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN
1	1/4"	LET	1-3
2	1/4"	LET	1-3

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	1.1/2"	150	ROSCADO	ROSCADO
B	1.1/2"	334	ROSCADO	ROSCADO
C	1.1/2"	230	ROSCADO	ROSCADO
D	1.1/2"	300	ROSCADO	ROSCADO
E	1.1/2"	200	ROSCADO	ROSCADO
F	1.1/2"	100	ROSCADO	ROSCADO
G	1.1/2"	200	ROSCADO	ROSCADO
H	1.1/2"	100	ROSCADO	ROSCADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

ID: 48

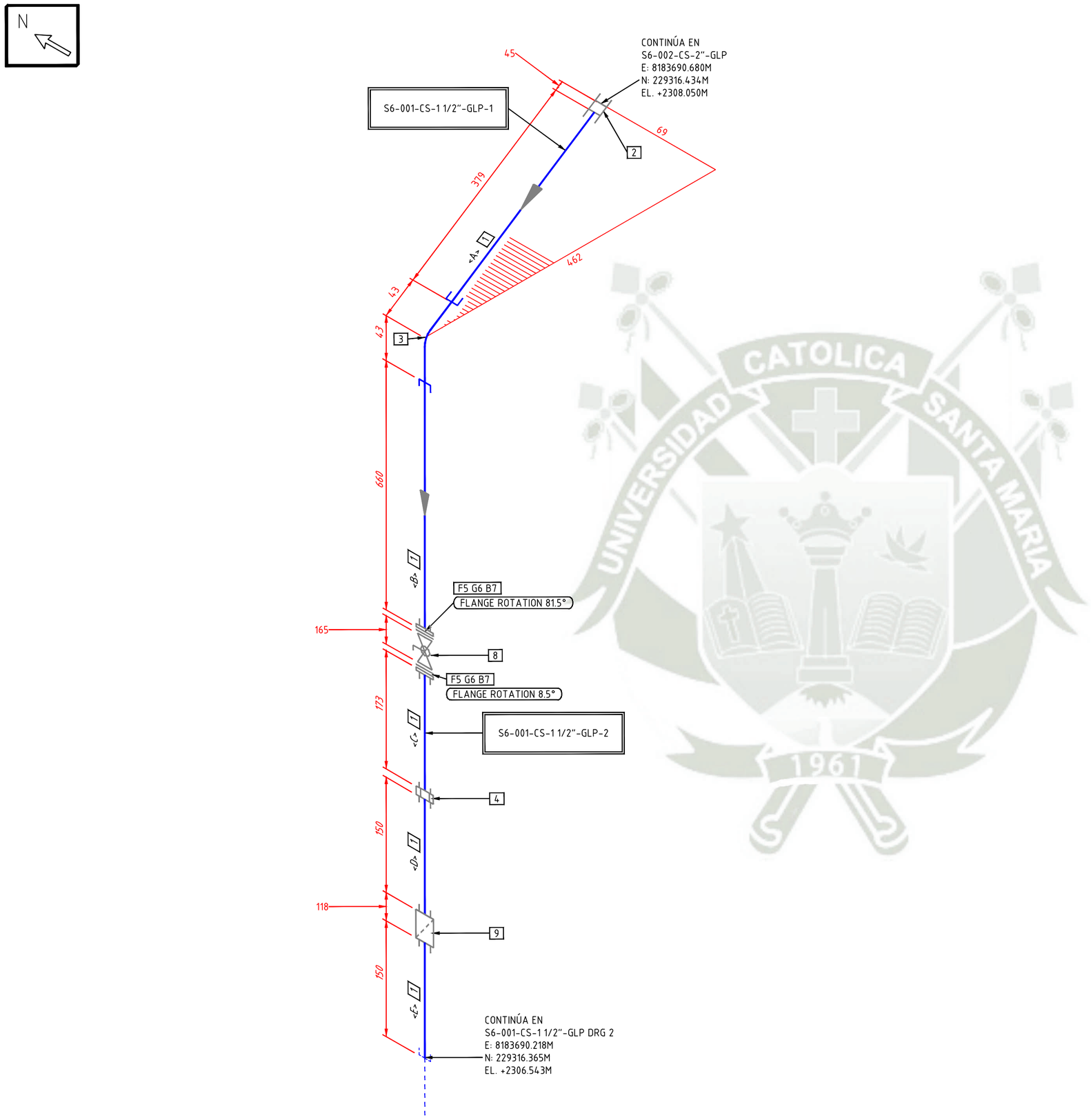
SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE I: SISTEMA DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO
Desde Tee hasta S6-CAL-01 (II)

N° DE PLANO: HOJA 2 DE 2

UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-038

S6-002-CS-1 1/2"-GLP

REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	1.1/2	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	1466 MM
ACCESORIOS			
2	1.1/2	ACOPLE ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	1
3	1.1/2	CODO 90° ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	1
4	1.1/2	UNION ROSCADA O ACOPLE UNIVERSAL ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	1
BRIDAS			
5	1.1/2	BRIDA ROSCADA CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	2
EMPAQUETADURAS			
6	1.1/2	EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	2
PERNERÍA			
7	1/2	(4) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436 (76 MM LG)	2
VALVULAS / ELEMENTOS EN LÍNEA			
8	1.1/2	VÁLVULA DE BOLA 1/4 DE VUELTA CON EXTREMOS BRIDADOS CLASE 150	1
9	1.1/2	FILTRO TIPO Y EXTREMOS ROSCADOS CLASE 800LB	1

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	1.1/2"	379	ROSCADO	ROSCADO
B	1.1/2"	637	ROSCADO	ROSCADO
C	1.1/2"	150	ROSCADO	ROSCADO
D	1.1/2"	150	ROSCADO	ROSCADO
E	1.1/2"	150	ROSCADO	ROSCADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

ID: 49

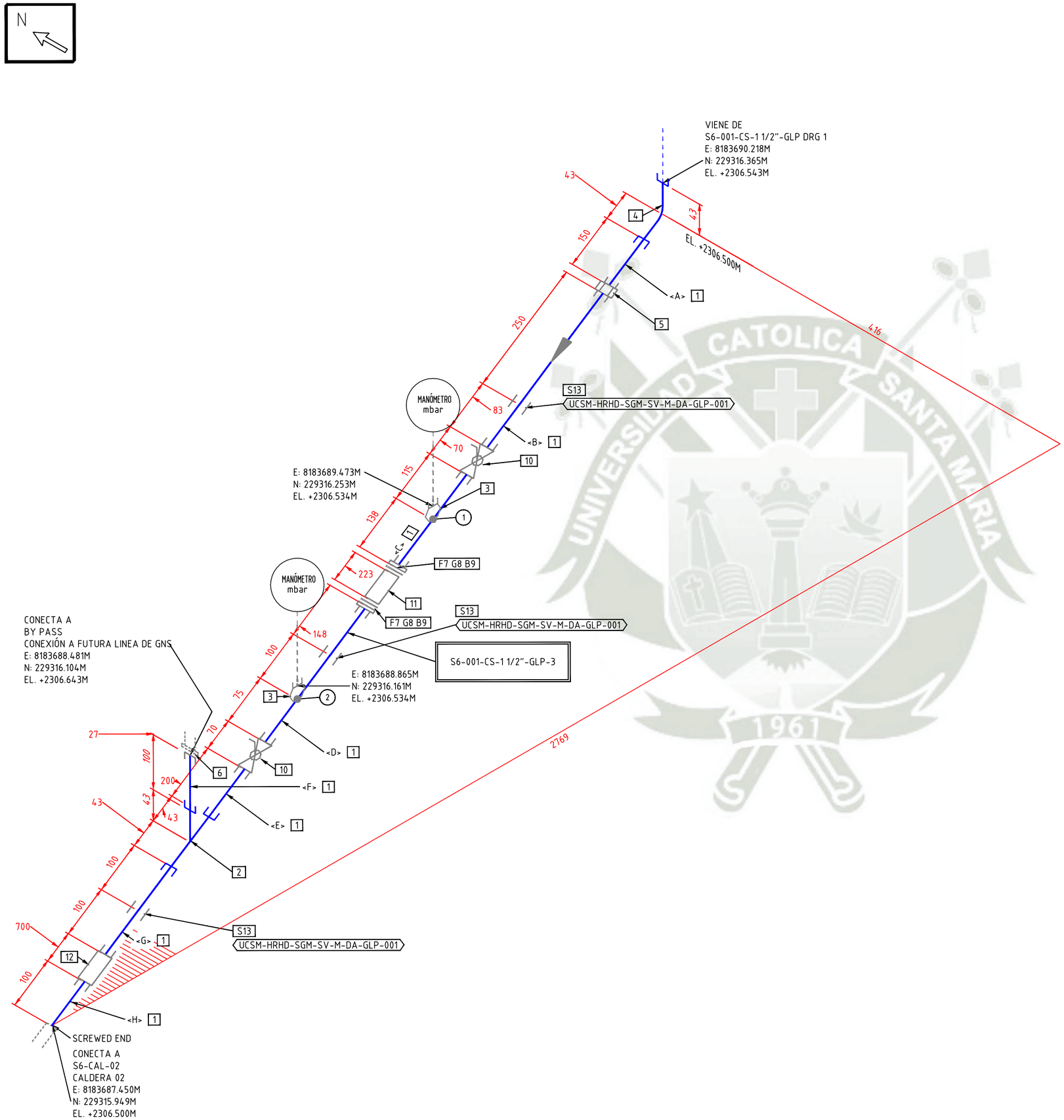
SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE I: SISTEMA DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO
Desde Tee hasta S6-CAL-02 (I)

N° DE PLANO: HOJA 1 DE 2

UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-039

S6-001-CS-1 1/2"-GLP

REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	1.1/2	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	1614 MM
ACCESORIOS			
2	1.1/2X1.1/2	TEE ROSCADA CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	1
3	1.1/2X1/4	THRD-O-LET, THRD, 3000LB, ASTM A105	2
4	1.1/2	CODO 90° ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	1
5	1.1/2	UNION ROSCADA O ACOPLE UNIVERSAL ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	1
6	1.1/2	TAPÓN ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105	1
BRIDAS			
7	1.1/2	BRIDA ROSCADA CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	2
EMPAQUETADURAS			
8	1.1/2	EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	2
PERNERÍA			
9	1/2	(4) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436 (76 MM LG)	2
VALVULAS / ELEMENTOS EN LÍNEA			
10	1.1/2	VALVULA DE BOLA 1/4 DE VUELTA CON EXTREMOS ROSCADOS CLASE 800LB	2
INSTRUMENTACIÓN			
11	1.1/2	REGULADOR DE PRESIÓN TIPO DIAFRAGMA MODELO DIVAL 600 EXTREMOS BRIDADOS REG 500 MBAR A 300 MBAR	1
12	1.1/2	TREN DE VÁLVULAS DE GAS P/ CALDERA DE 50 BHP	1
SOPORTERÍA			
13	1.1/2	SOPORTE DE ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36 TIPO SP-08	3

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN
1	1/4"	LET	1-3
2	1/4"	LET	1-3

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	1.1/2"	150	ROSCADO	ROSCADO
B	1.1/2"	334	ROSCADO	ROSCADO
C	1.1/2"	230	ROSCADO	ROSCADO
D	1.1/2"	300	ROSCADO	ROSCADO
E	1.1/2"	200	ROSCADO	ROSCADO
F	1.1/2"	100	ROSCADO	ROSCADO
G	1.1/2"	200	ROSCADO	ROSCADO
H	1.1/2"	100	ROSCADO	ROSCADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

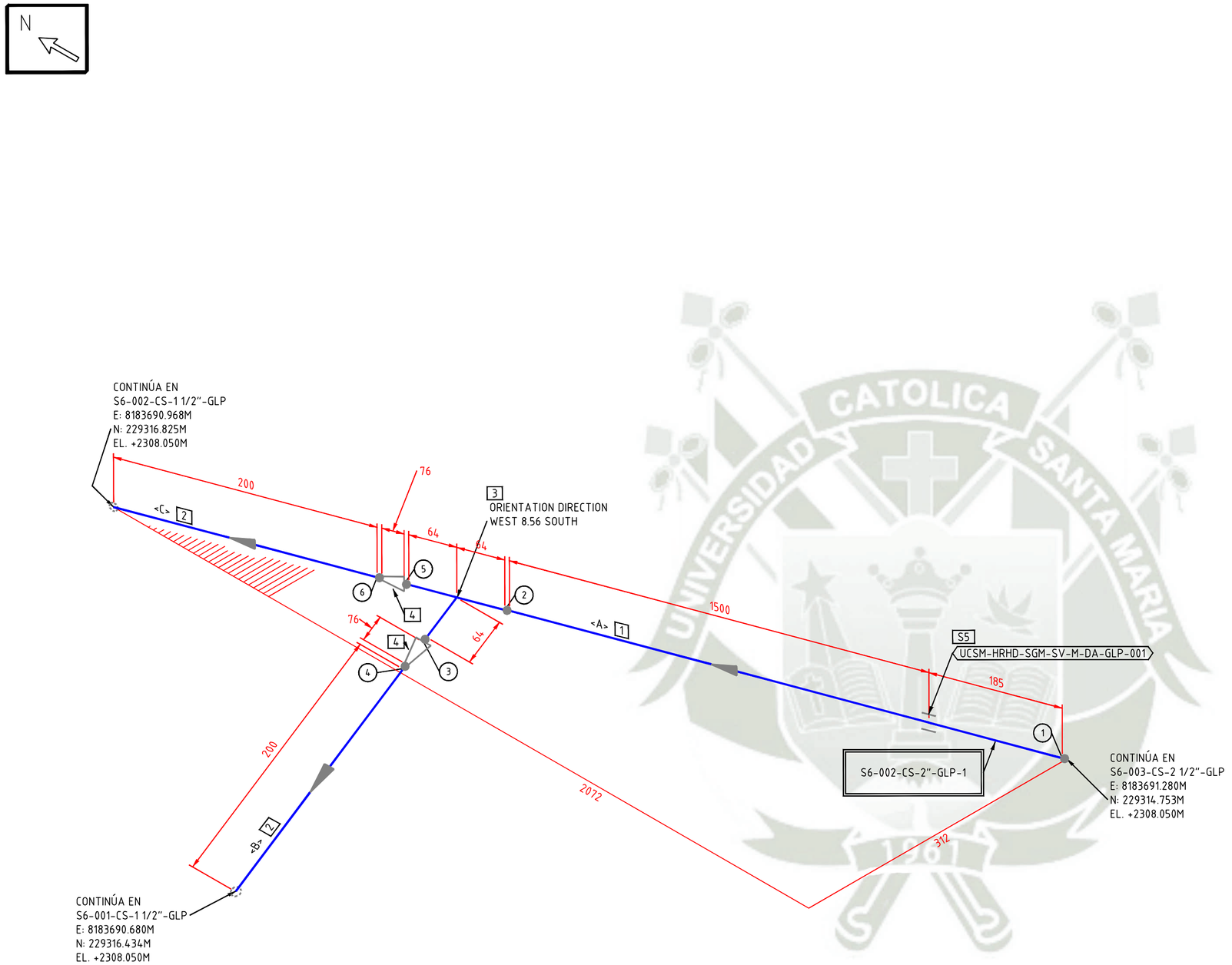
ID: 50

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE I: SISTEMA DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO
Desde Tee hasta S6-CAL-02 (II)

N° DE PLANO: HOJA 2 DE 2

UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-040

S6-001-CS-1 1/2"-GLP | REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	2	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	1685 MM
2	1.1/2	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	400 MM
ACCESORIOS			
3	2X2	TEE SOLDABLE SCH80 ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	1
4	2X1.1/2	REDUCCIÓN CONCÉNTRICA SOLDABLE ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	2
SOPORTERÍA			
5	2	SOPORTE DE ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36 TIPO SP-07	1

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN
1	2"	BW	×-1
2	2"	BW	1-3
3	2"	BW	3-4
4	1.1/2"	BW	4-2
5	2"	BW	3-4
6	1.1/2"	BW	4-2

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	2"	1685	BISELADO	BISELADO
B	1.1/2"	200	BISELADO	BISELADO
C	1.1/2"	200	BISELADO	BISELADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

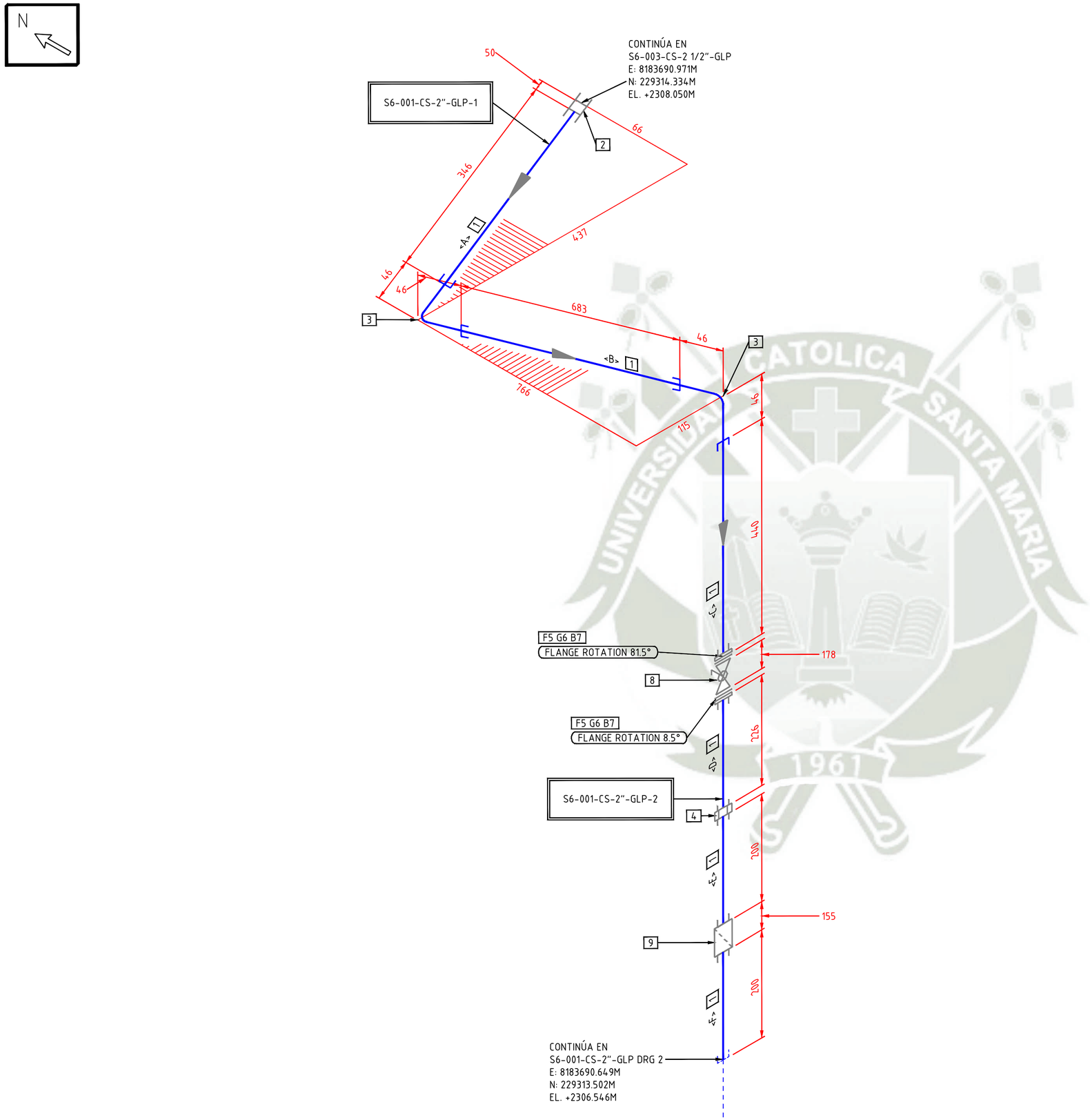
ID: 51

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE I: SISTEMA DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO
Distribuidor hacia S6-CAL-01 y S6-CAL-02

Nº DE PLANO: HOJA 1 DE 1

UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-041

S6-002-CS-2"-GLP | REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	2	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	2043 MM
ACCESORIOS			
2	2	ACOPLE ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	1
3	2	CODO 90° ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	2
4	2	UNION ROSCADA O ACOPLE UNIVERSAL ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	1
BRIDAS			
5	2	BRIDA ROSCADA CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	2
EMPAQUETADURAS			
6	2	EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	2
PERNERÍA			
7	5/8	(4) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436 (83 MM LG)	2
VALVULAS / ELEMENTOS EN LÍNEA			
8	2	VÁLVULA DE BOLA 1/4 DE VUELTA CON EXTREMOS BRIDADOS CLASE 150	1
9	2	FILTRO TIPO Y EXTREMOS ROSCADOS CLASE 800LB	1

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	2"	346	ROSCADO	ROSCADO
B	2"	683	ROSCADO	ROSCADO
C	2"	414	ROSCADO	ROSCADO
D	2"	200	ROSCADO	ROSCADO
E	2"	200	ROSCADO	ROSCADO
F	2"	200	ROSCADO	ROSCADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

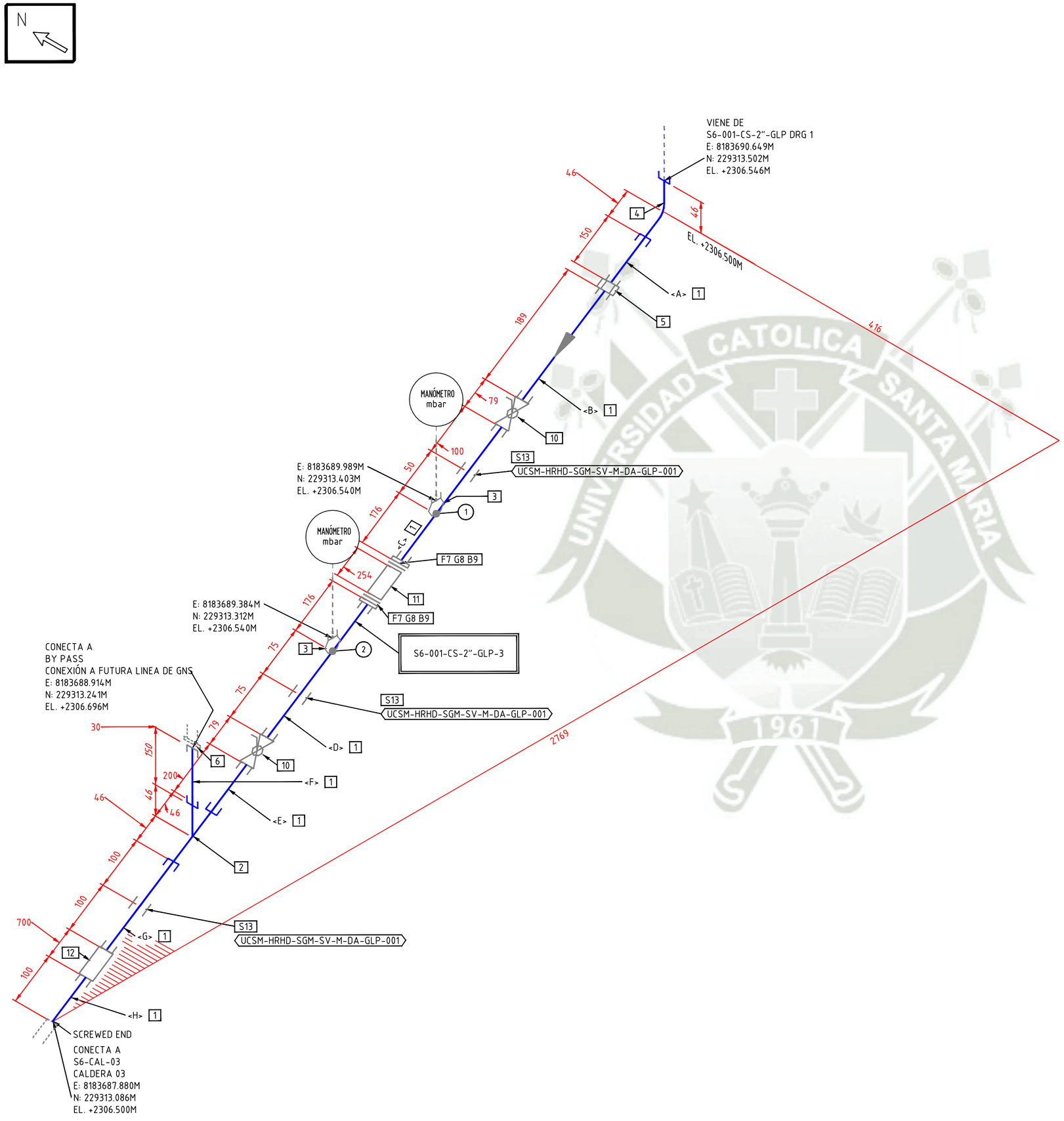
ID: 52

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE I: SISTEMA DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO
Desde Tee hasta S6-CAL-03 (I)

N° DE PLANO: HOJA 1 DE 2

UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-042

S6-001-CS-2"-GLP | REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	2	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	1589 MM
ACCESORIOS			
2	2X2	TEE ROSCADA CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	1
3	2X1/4	THRD-O-LET, THRD, 3000LB, ASTM A105	2
4	2	CODO 90° ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	1
5	2	UNION ROSCADA O ACOPLE UNIVERSAL ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	1
6	2	TAPÓN ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105	1
BRIDAS			
7	2	BRIDA ROSCADA CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	2
EMPAQUETADURAS			
8	2	EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	2
PERNERÍA			
9	5/8	(4) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436 (83 MM LG)	2
VALVULAS / ELEMENTOS EN LÍNEA			
10	2	VALVULA DE BOLA 1/4 DE VUELTA CON EXTREMOS ROSCADOS CLASE 800LB	2
INSTRUMENTACIÓN			
11	2	REGULADOR DE PRESIÓN DE DIAFRAGMA EXTREMOS BRIDADOS Ø2" CLASE 150 RF	1
12	2	TREN DE VÁLVULAS DE GAS P/ CALDERA DE 100 BHP	1
SOPORTERÍA			
13	2	SOPORTE DE ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36 TIPO SP-08	3

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN
1	1/4"	LET	1-3
2	1/4"	LET	1-3

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	2"	150	ROSCADO	ROSCADO
B	2"	189	ROSCADO	ROSCADO
C	2"	300	ROSCADO	ROSCADO
D	2"	300	ROSCADO	ROSCADO
E	2"	200	ROSCADO	ROSCADO
F	2"	150	ROSCADO	ROSCADO
G	2"	200	ROSCADO	ROSCADO
H	2"	100	ROSCADO	ROSCADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

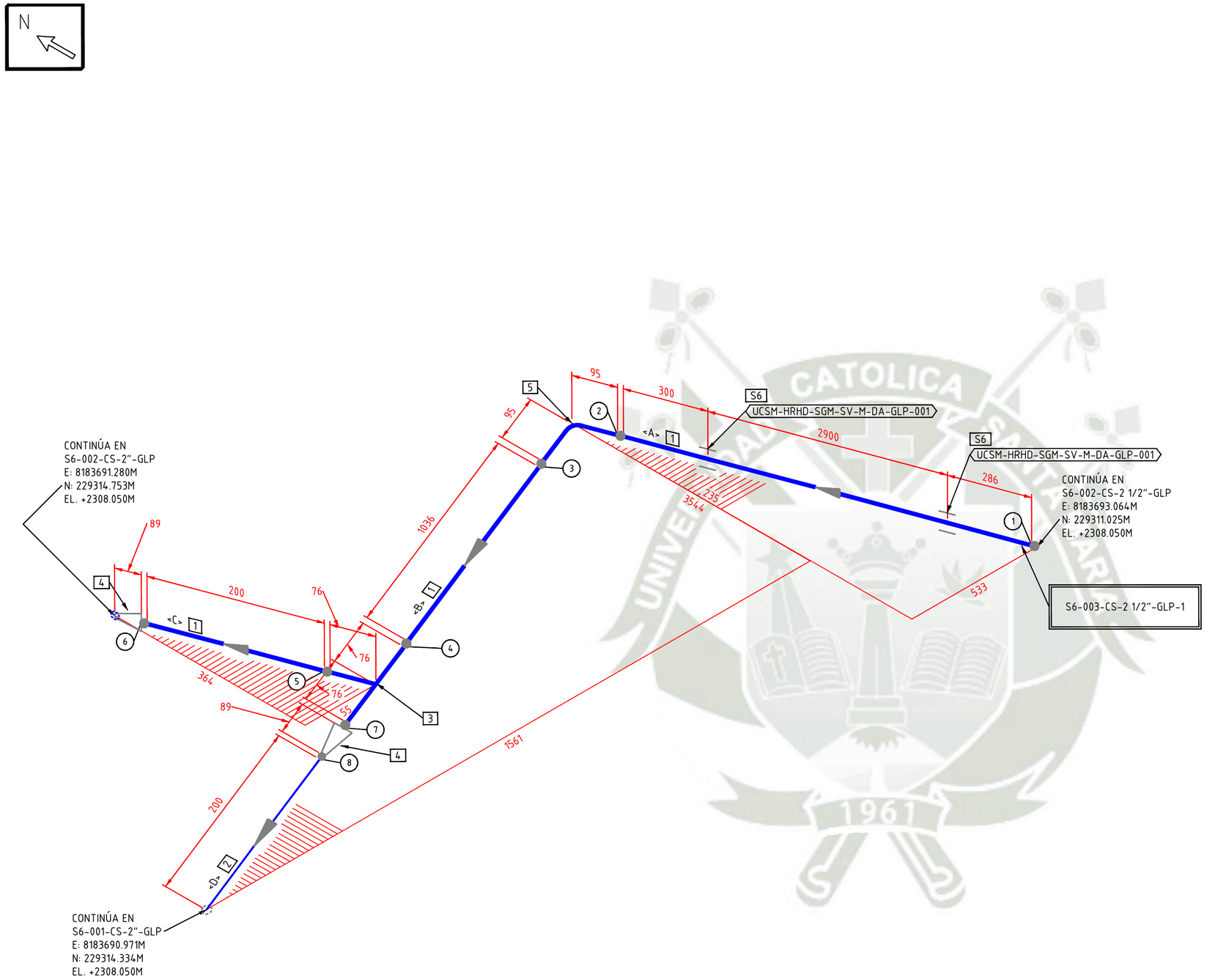
ID: 53

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE I: SISTEMA DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO
Desde Tee hasta S6-CAL-03 (II)

N° DE PLANO: HOJA 2 DE 2

UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-043

S6-001-CS-2"-GLP | REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	2.1/2	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH40 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	4722 MM
2	2	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	200 MM
ACCESORIOS			
3	2.1/2X2.1/2	TEE SOLDABLE SCH40 ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	1
4	2.1/2X2	REDUCCIÓN CONCÉNTRICA SOLDABLE ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	2
5	2.1/2	CODO 90° SOLDABLE RL SCH40 ASTM A234 GR.WPB	1
SOPORTERÍA			
6	2.1/2	SOPORTE DE ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36 TIPO SP-07	2

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN
1	2.1/2"	BW	×-1
2	2.1/2"	BW	1-5
3	2.1/2"	BW	5-1
4	2.1/2"	BW	1-3
5	2.1/2"	BW	3-1
6	2.1/2"	BW	1-4
7	2.1/2"	BW	3-4
8	2"	BW	4-2

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	2.1/2"	3486	BISELADO	BISELADO
B	2.1/2"	1036	BISELADO	BISELADO
C	2.1/2"	200	BISELADO	BISELADO
D	2"	200	BISELADO	BISELADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

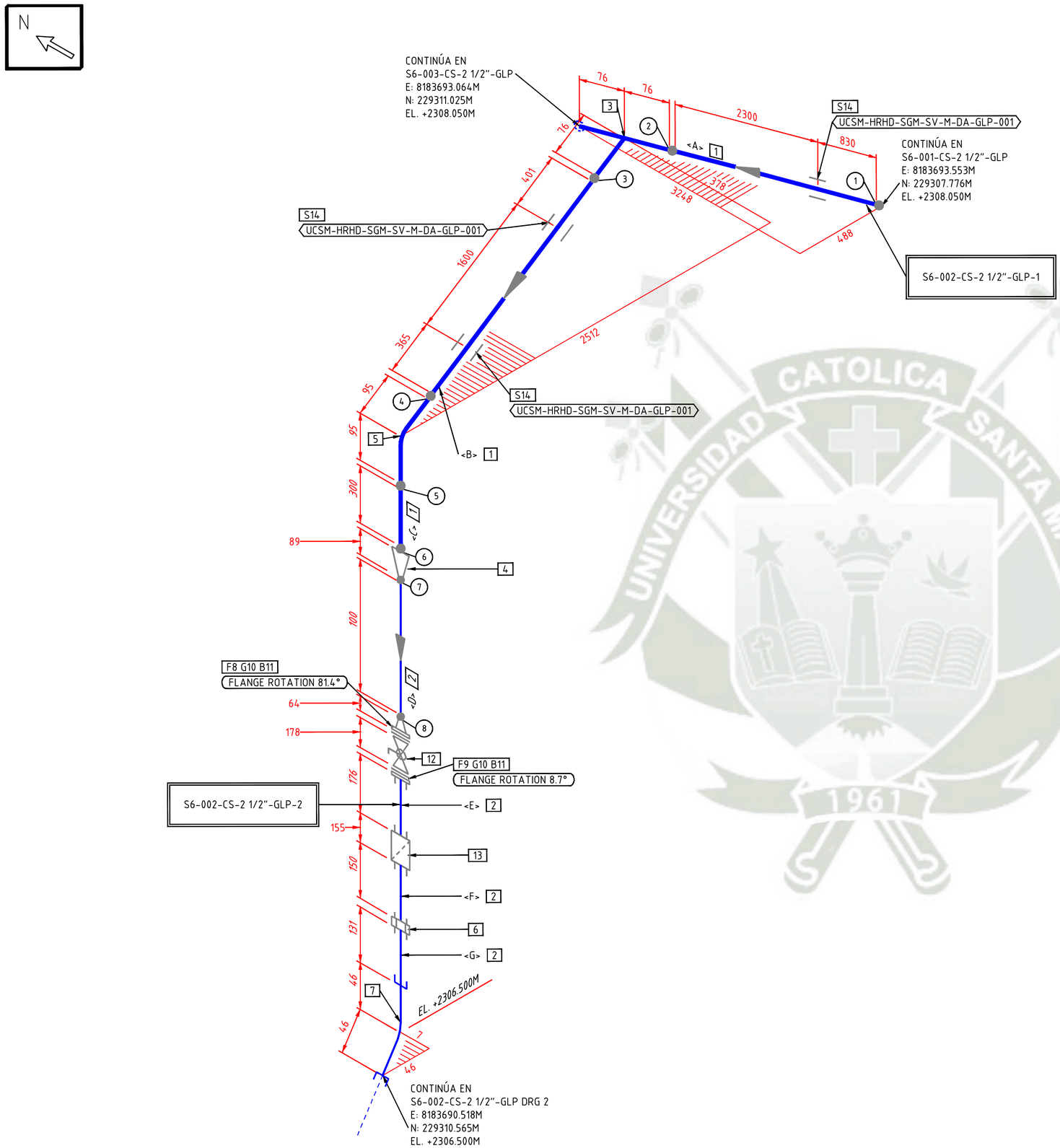
ID: 54

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE I: SISTEMA DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO
Distribuidor hacia S6-CAL-01, 02 y 03

N° DE PLANO: HOJA 1 DE 1

UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-044

S6-003-CS-2 1/2"-GLP | REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	2.1/2	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH40 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	5796 MM
2	2	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	531 MM
ACCESORIOS			
3	2.1/2X2.1/2	TEE SOLDABLE SCH40 ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	1
4	2.1/2X2	REDUCCIÓN CONCÉNTRICA SOLDABLE ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	1
5	2.1/2	CODO 90° SOLDABLE RL SCH40 ASTM A234 GR.WPB	1
6	2	UNION ROSCADA O ACOPLE UNIVERSAL ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	1
7	2	CODO 90° ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	1
BRIDAS			
8	2	BRIDA WELDING NECK CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	1
9	2	BRIDA ROSCADA CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	1
EMPAQUETADURAS			
10	2	EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	2
PERNERÍA			
11	5/8	(4) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436 (83 MM LG)	2
VALVULAS / ELEMENTOS EN LÍNEA			
12	2	VÁLVULA DE BOLA 1/4 DE VUELTA CON EXTREMOS BRIDADOS CLASE 150	1
13	2	FILTRO TIPO Y EXTREMOS ROSCADOS CLASE 800LB	1
SOPORTERÍA			
14	2.1/2	SOPORTE DE ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36 TIPO SP-07	3

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN
1	2.1/2"	BW	x-1
2	2.1/2"	BW	1-3
3	2.1/2"	BW	3-1
4	2.1/2"	BW	1-5
5	2.1/2"	BW	5-1
6	2.1/2"	BW	1-4
7	2"	BW	4-2
8	2"	BW	2-8

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	2.1/2"	3130	BISELADO	BISELADO
B	2.1/2"	2366	BISELADO	BISELADO
C	2.1/2"	300	BISELADO	BISELADO
D	2"	100	BISELADO	BISELADO
E	2"	150	ROSCADO	ROSCADO
F	2"	150	ROSCADO	ROSCADO
G	2"	131	ROSCADO	ROSCADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

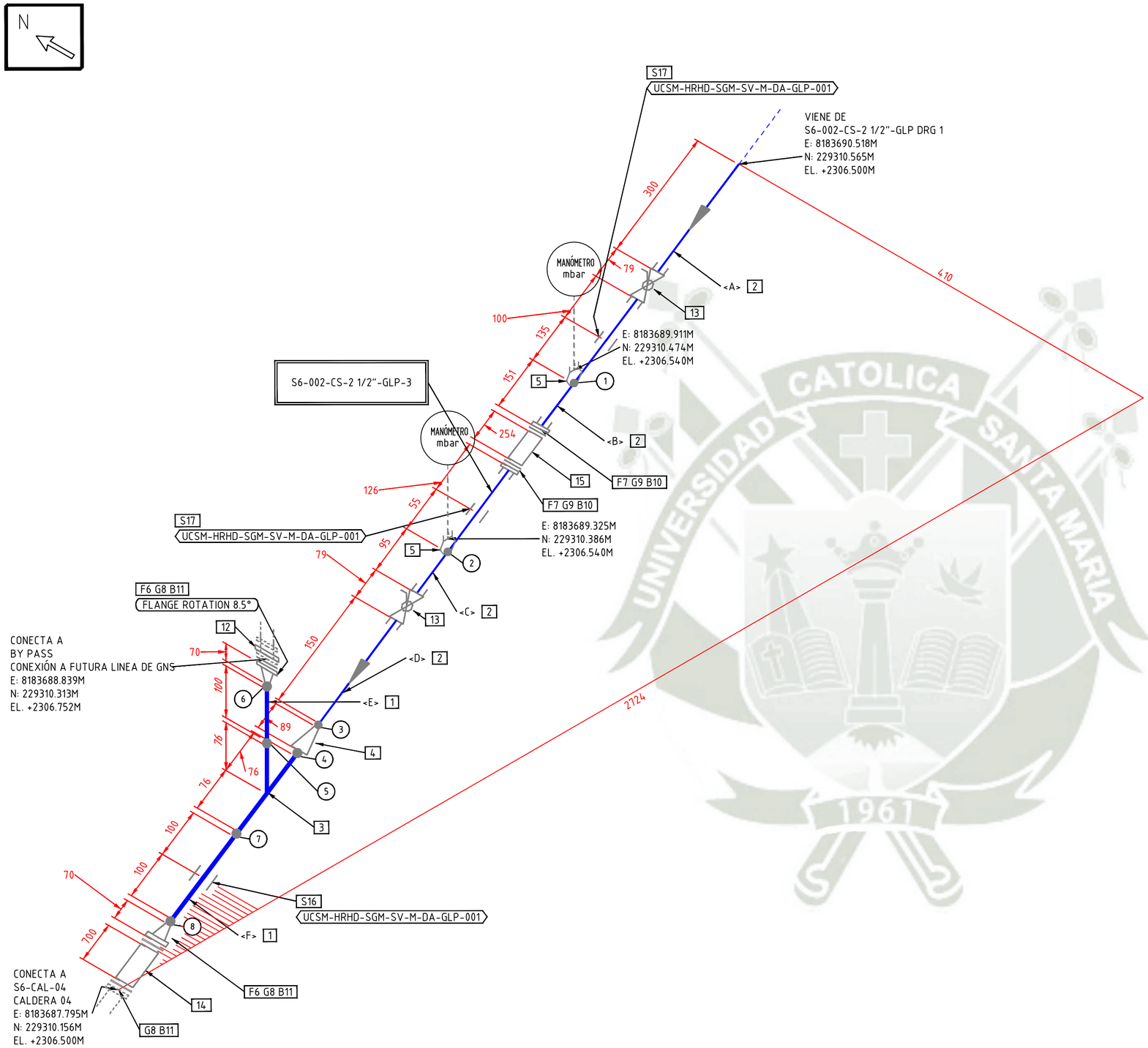
ID: 55

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE I: SISTEMA DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO
Desde Tee hasta S6-CAL-04 (I)

N° DE PLANO: HOJA 1 DE 2

UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-045

S6-002-CS-2 1/2"-GLP REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	2.1/2	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH40 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	300 MM
2	2	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	1060 MM
ACCESORIOS			
3	2.1/2X2.1/2	TEE SOLDABLE SCH40 ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	1
4	2.1/2X2	REDUCCIÓN CONCÉNTRICA SOLDABLE ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	1
5	2X1/4	THRD-O-LET, THRD, 3000LB, ASTM A105	2
BRIDAS			
6	2.1/2	BRIDA WELDING NECK CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	2
7	2	BRIDA ROSCADA CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	2
EMPAQUETADURAS			
8	2.1/2	EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	3
9	2	EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	2
PERNERÍA			
10	5/8	(4) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436 (83 MM LG)	2
11	5/8	(4) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436 (89 MM LG)	3
VALVULAS / ELEMENTOS EN LÍNEA			
12	2.1/2	BRIDA CIEGA CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	1
13	2	VALVULA DE BOLA 1/4 DE VUELTA CON EXTREMOS ROSCADOS CLASE 800LB	2
INSTRUMENTACIÓN			
14	2.1/2	TREN DE VÁLVULAS DE GAS P/ CALDERA DE 150 BHP	1
15	2	REGULADOR DE PRESIÓN TIPO DIAFRAGMA MODELO DIVAL 600 EXTREMOS BRIDADOS REG 500 MBAR A 300 MBAR	1
SOPORTERÍA			
16	2.1/2	SOPORTE DE ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36 TIPO SP-08	1
17	2	SOPORTE DE ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36 TIPO SP-08	2

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN
1	1/4"	LET	2-5
2	1/4"	LET	2-5
3	2"	BW	2-4
4	2.1/2"	BW	4-3
5	2.1/2"	BW	3-1
6	2.1/2"	BW	1-6
7	2.1/2"	BW	3-1
8	2.1/2"	BW	1-6

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	2"	300	ROSCADO	ROSCADO
B	2"	360	ROSCADO	ROSCADO
C	2"	250	ROSCADO	ROSCADO
D	2"	150	ROSCADO	BISELADO
E	2.1/2"	100	BISELADO	BISELADO
F	2.1/2"	200	BISELADO	BISELADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

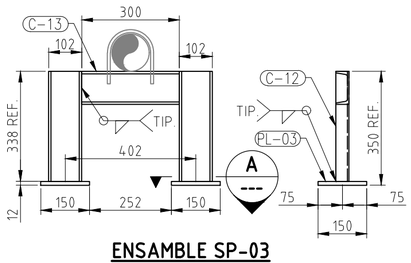
ID: 56

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE I: SISTEMA DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO
Desde Tee hasta S6-CAL-04 (II)

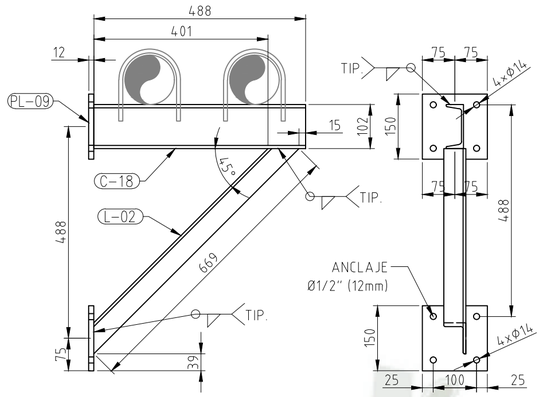
N° DE PLANO: HOJA 2 DE 2

UCSM-HRHD-SGM-S6-M-DA-GLP-046

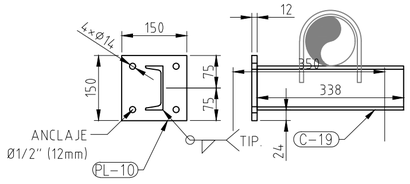
S6-002-CS-2 1/2"-GLP | REV. B



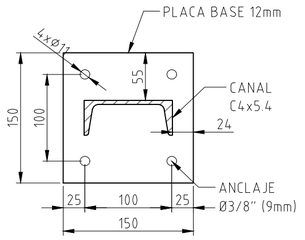
ENSAMBLE SP-03
ESCALA: 1:20



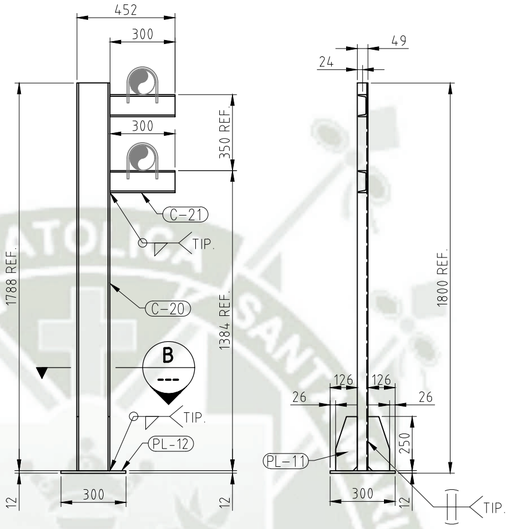
ENSAMBLE SP-05
ESCALA: 1:20



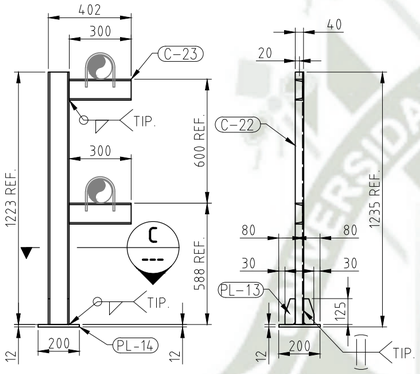
ENSAMBLE SP-06
ESCALA: 1:10



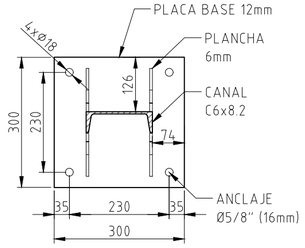
SECCION A
ESCALA: 1:5



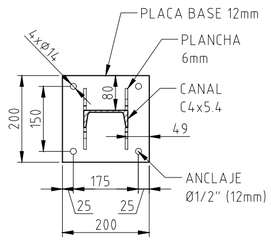
ENSAMBLE SP-07
ESCALA: 1:20



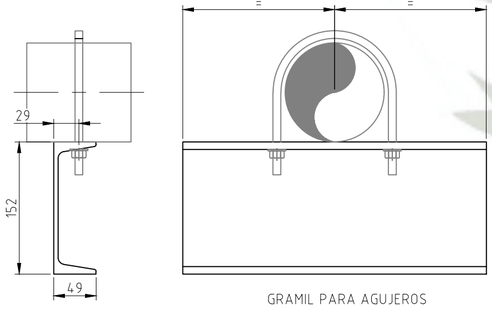
ENSAMBLE SP-08
ESCALA: 1:20



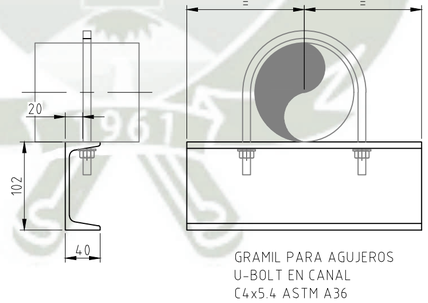
SECCION B
ESCALA: 1:10



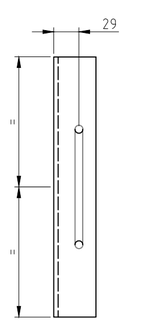
SECCION C
ESCALA: 1:10



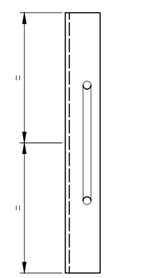
GRAMIL PARA AGUJEROS
U-BOLT EN CANAL
C6x8.2 ASTM A36



GRAMIL PARA AGUJEROS
U-BOLT EN CANAL
C4x5.4 ASTM A36



DETALLE TIP
ESCALA: 1:5



DETALLE TIP
ESCALA: 1:5

LISTADO DE MATERIALES / ENSAMBLE SP-03 / CANT: 19 UNDIDADES

ITEM	TAG	DESCRIPCION	LONGITUD	CANTIDAD	PESO [kg]		ÁREA [m²]	
					UNITARIO	TOTAL	UNITARIO	TOTAL
1	C-12	CANAL C4x5.4 ASTM A36	338	2	2.74	5.48	0.19	0.38
2	C-13	CANAL C4x5.4 ASTM A36	300	1	2.43	2.43	0.17	0.17
3	PL-03	PLANCHA 12mm ASTM A36	150×150	2	2.12	4.24	0.05	0.09
TOTAL			638	5	-	12.14	-	0.64

LISTADO DE MATERIALES / ENSAMBLE SP-05 / CANT: 01 UNDIDAD

ITEM	TAG	DESCRIPCION	LONGITUD	CANTIDAD	PESO [kg]		ÁREA [m²]	
					UNITARIO	TOTAL	UNITARIO	TOTAL
1	C-18	CANAL C4x5.4 ASTM A36	488	1	3.95	3.95	0.27	0.27
2	L-02	ANGULO L2×2×1/4" ASTM A36	669	1	3.33	3.33	0.13	0.13
3	PL-09	PLANCHA 12mm ASTM A36	150×150	2	2.12	4.24	0.05	0.09
TOTAL			1157	4	-	11.53	-	0.50

LISTADO DE MATERIALES / ENSAMBLE SP-06 / CANT: 07 UNDIDADES

ITEM	TAG	DESCRIPCION	LONGITUD	CANTIDAD	PESO [kg]		ÁREA [m²]	
					UNITARIO	TOTAL	UNITARIO	TOTAL
1	C-19	CANAL C4x5.4 ASTM A36	338	1	2.74	2.74	0.19	0.19
2	PL-10	PLANCHA 12mm ASTM A36	150×150	1	2.12	2.12	0.05	0.05
TOTAL			338	2	-	4.86	-	0.23

LISTADO DE MATERIALES / ENSAMBLE SP-07 / CANT: 13 UNDIDADES

ITEM	TAG	DESCRIPCION	LONGITUD	CANTIDAD	PESO [kg]		ÁREA [m²]	
					UNITARIO	TOTAL	UNITARIO	TOTAL
1	C-20	CANAL C6x8.2 ASTM A36	1788	1	21.99	21.99	1.43	1.43
2	C-21	CANAL C4x5.4 ASTM A36	300	2	2.43	4.86	0.17	0.34
3	PL-11	PLANCHA 6mm ASTM A36	100×250	4	1.18	4.71	0.05	0.20
4	PL-12	PLANCHA 12mm ASTM A36	300×300	1	8.48	8.48	0.18	0.18
TOTAL			2088	8	-	40.04	-	2.15

LISTADO DE MATERIALES / ENSAMBLE SP-08 / CANT: 15 UNDIDADES

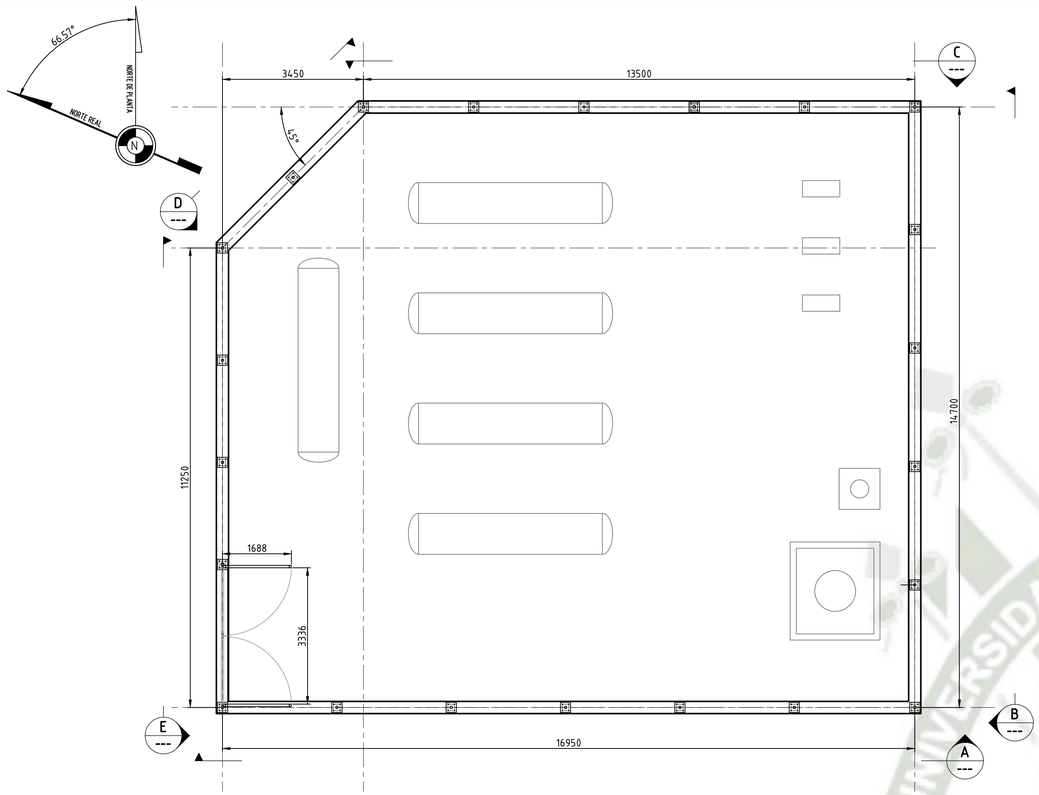
ITEM	TAG	DESCRIPCION	LONGITUD	CANTIDAD	PESO [kg]		ÁREA [m²]	
					UNITARIO	TOTAL	UNITARIO	TOTAL
1	C-22	CANAL C4x5.4 ASTM A36	1223	1	9.91	9.91	0.68	0.68
2	C-23	CANAL C4x5.4 ASTM A36	300	2	2.43	4.86	0.17	0.34
3	PL-13	PLANCHA 6mm ASTM A36	50×125	4	0.29	1.18	0.01	0.05
4	PL-14	PLANCHA 12mm ASTM A36	200×200	1	3.77	3.77	0.08	0.08
TOTAL			1523	8	-	19.71	-	1.15

LAS LISTAS DE MATERIALES SON PARA 01 ENSAMBLE DE CADA TIPO.

Notas:

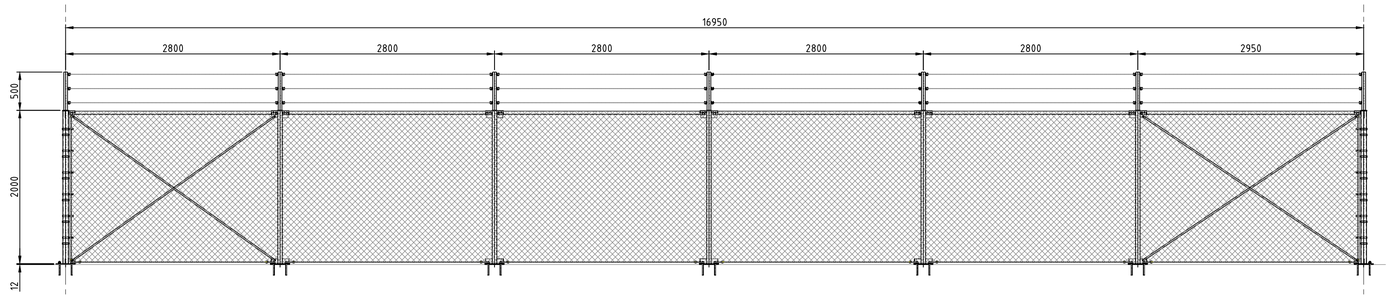
1. Todas las dimensiones en milímetros, mm.
2. La altura de los soportes son referenciales, se debe ajustar de acuerdo a los niveles topográficos finales.
3. Para la soldadura por arco eléctrico manual usar electrodos E70XX.
4. Anclaje mecánico embebido para los soportes SP-07 y SP-08.
5. Anclaje mecánico de expansión o químico (resina epóxica) para los soportes SP-03, SP-05 y SP-06.

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA	
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN			
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA			
ESCALA: INDICADA	SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO FASE I: GAS LICUADO DE PETRÓLEO SOPORTERÍA PARA TUBERÍAS DE GLP			Nº DE PLANO:	
ID: 57				UCSM-HRHD-SGM-SV-M-DA-GLP-001	REV. B



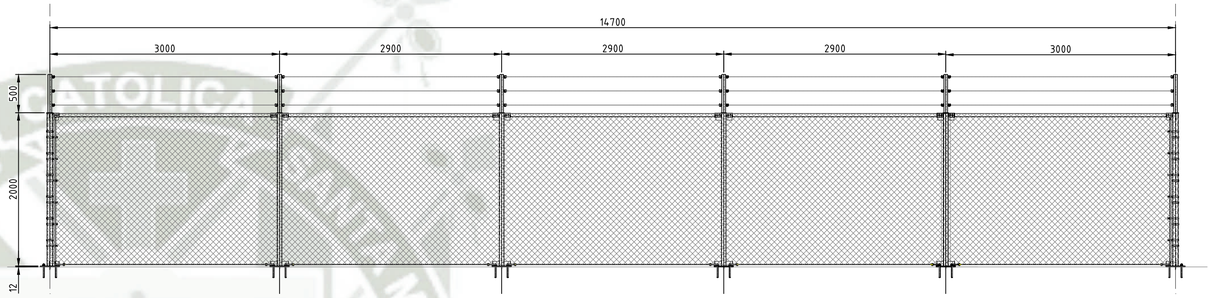
VISTA DE PLANTA - CERCO METÁLICO ENMALLADO

ESCALA: 1:75



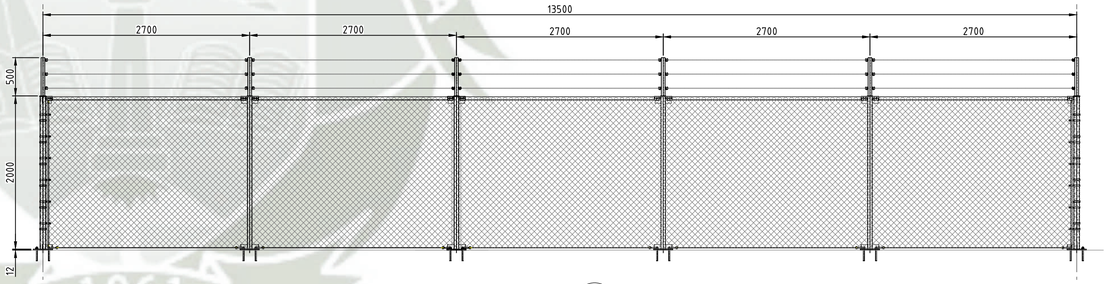
SECCION A

ESCALA: 1:40



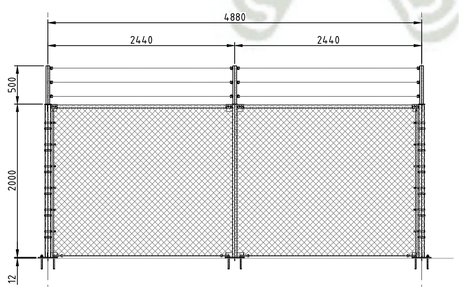
SECCION C

ESCALA: 1:40



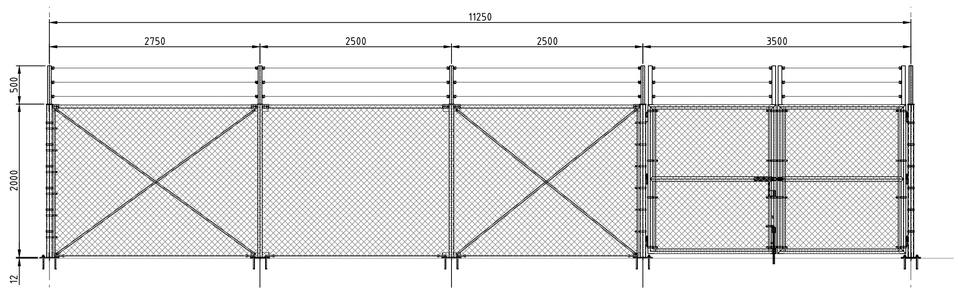
SECCION C

ESCALA: 1:40



SECCION D

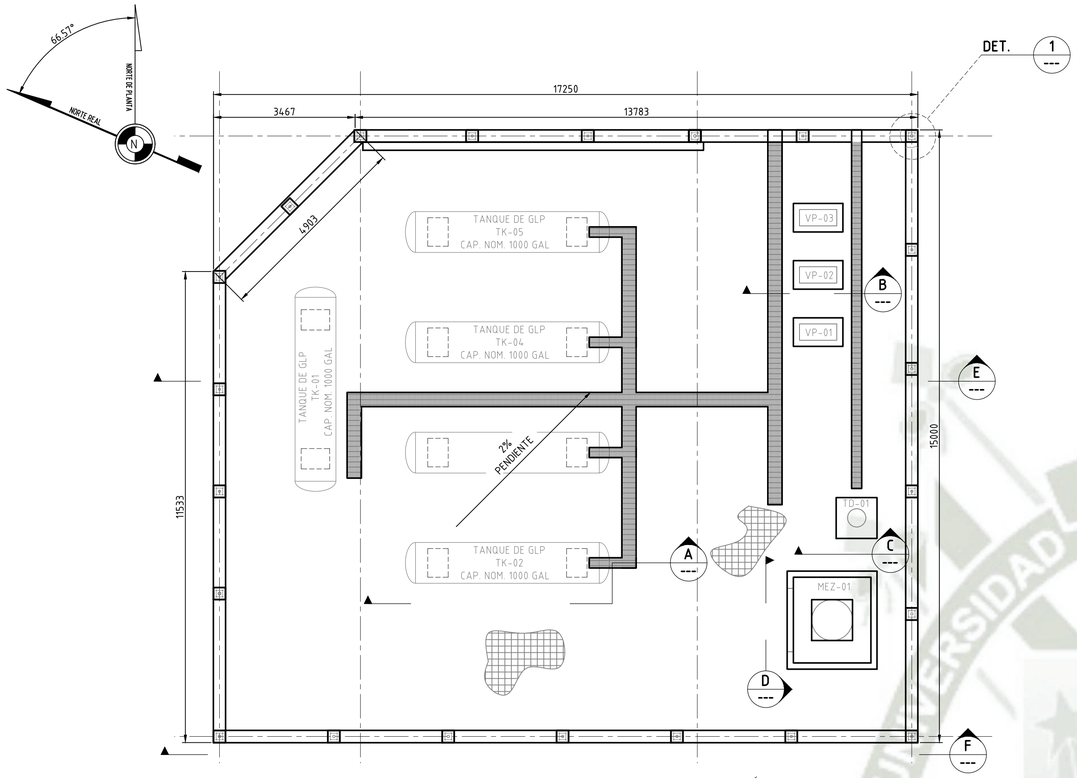
ESCALA: 1:40



SECCION E

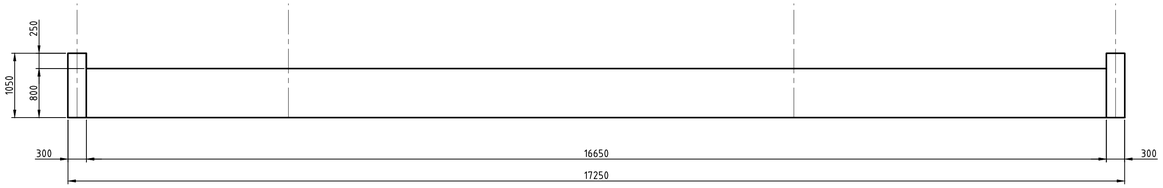
ESCALA: 1:40

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA	
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN			
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA			
ESCALA: INDICADA	SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO FASE I: GAS LICUADO DE PETRÓLEO CERCO METÁLICO PARA EL SISTEMA DE GLP				N° DE PLANO:
ID: 58					UCSM-HRHD-SGM-SV-M-DA-GLP-002
					REV. B



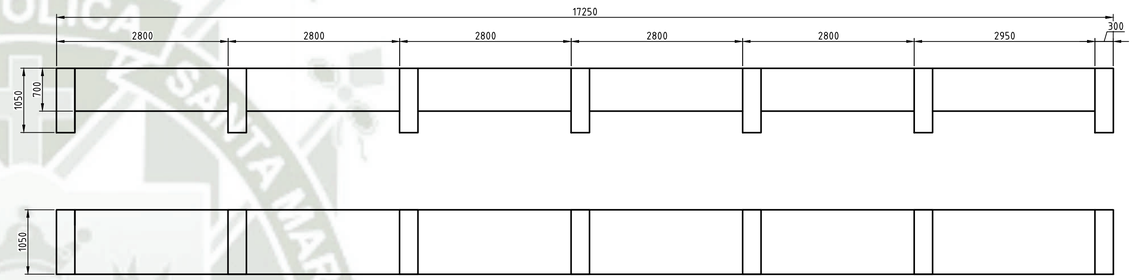
VISTA DE PLANTA - LOSA DE CONCRETO PARA CERCO METÁLICO ENMALLADO

ESCALA: 1:75



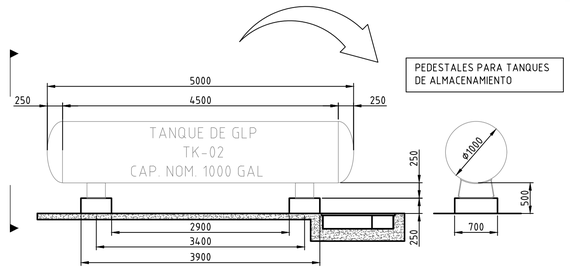
SECCION E

ESCALA: 1:50



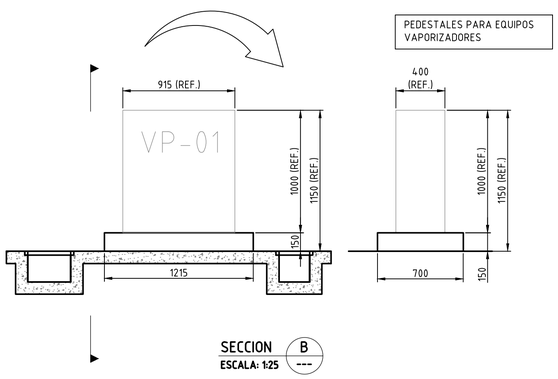
SECCION F

ESCALA: 1:50



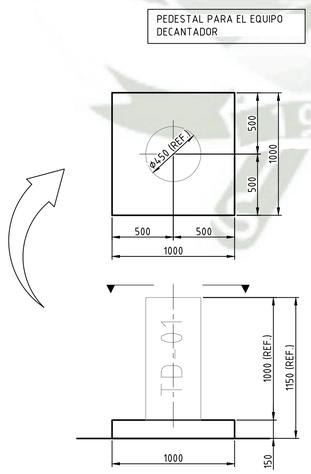
SECCION A

ESCALA: 1:50



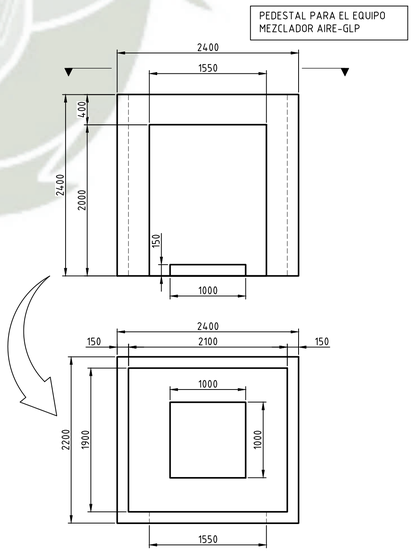
SECCION B

ESCALA: 1:25



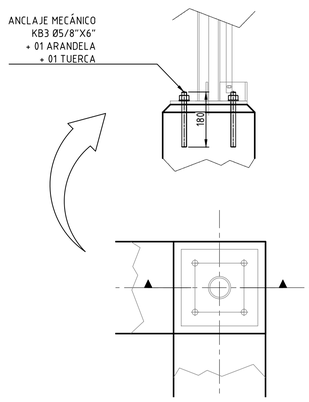
SECCION C

ESCALA: 1:25



SECCION D

ESCALA: 1:25



DETALLE 1

ESCALA: 1:10

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA	
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN			
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA			
ESCALA: INDICADA	SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO FASE I: GAS LICUADO DE PETRÓLEO LOZA Y PEDESTALES DE CONCRETO PARA EQUIPOS			N° DE PLANO:	
ID: 59				UCSM-HRHD-SGM-S6-C-BA-GLP-001	REV. B



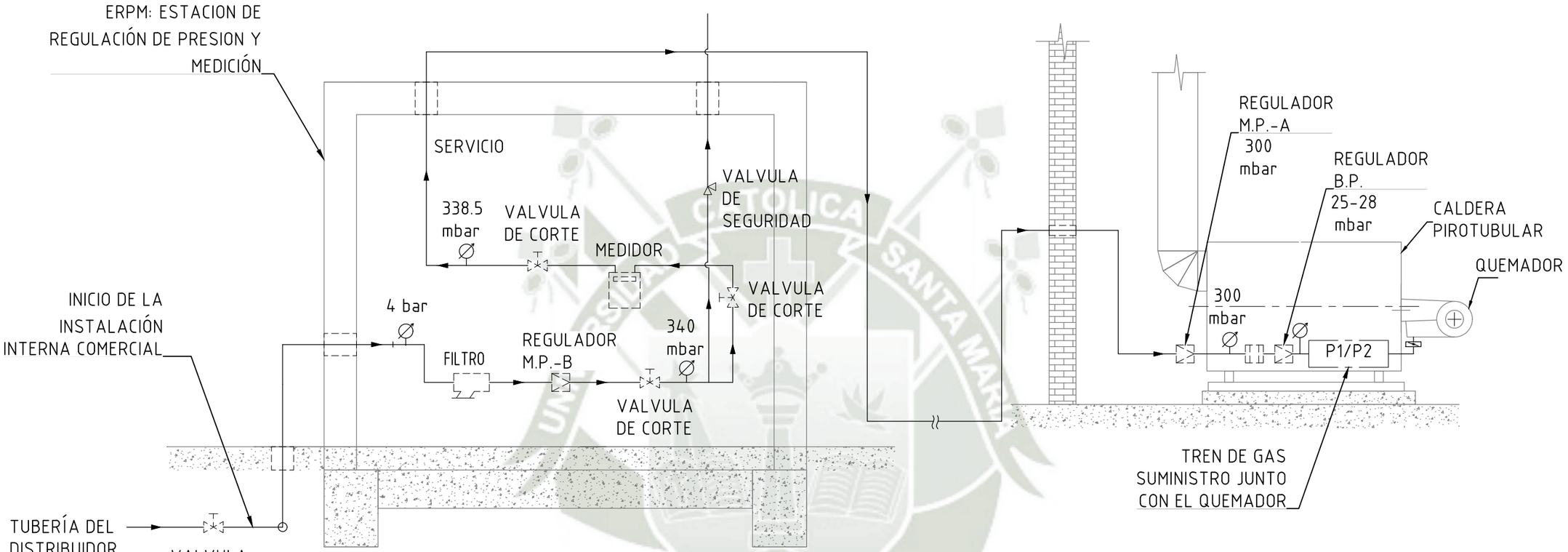
VISTA DE PLANTA - TOPOGRAFÍA: COORDENADAS Y ELEVACIONES

ESCALA: 1:75

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA	SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO FASE II: GAS NATURAL SECO TOPOGRAFÍA: COORDENADAS Y ELEVACIONES	N° DE PLANO:
ID: 60		UCSM-HRHD-SGM-SV-G-BA-GNS-001
		REV. B

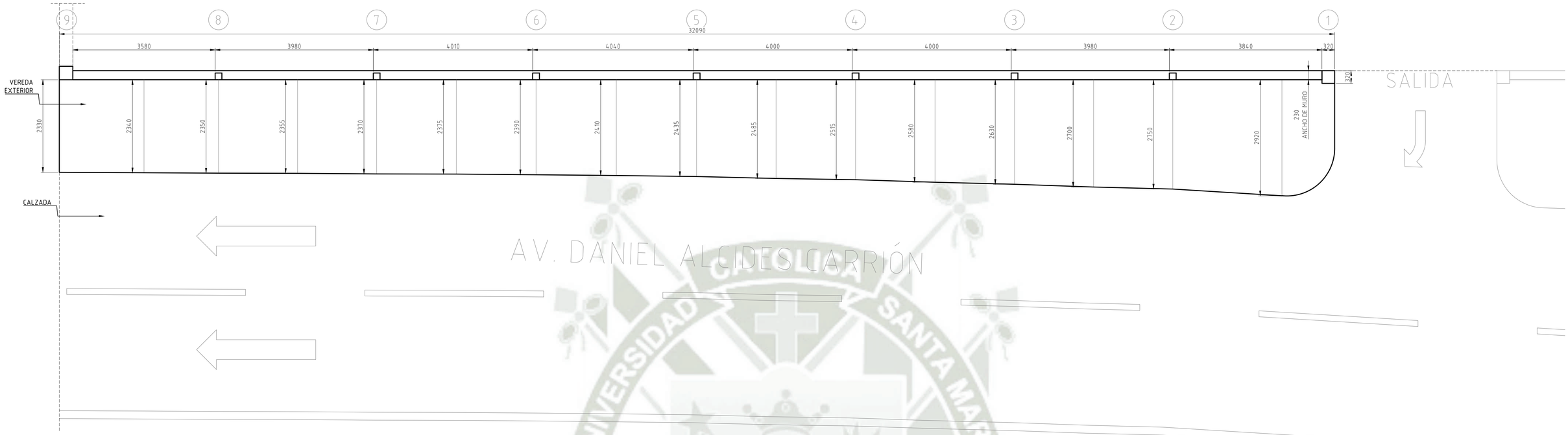


REGULADORES
M.P. : MEDIA PRESIÓN (A, B)
B.P. : BAJA PRESIÓN

INSTALACIÓN TÍPICA DE SISTEMAS DE GNS

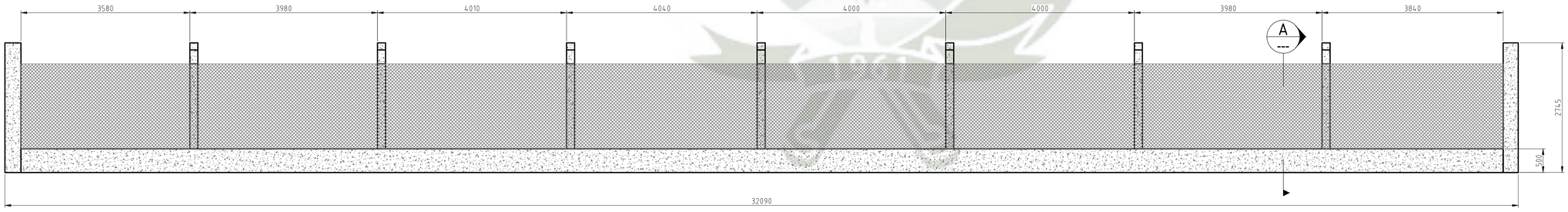
ESCALA: S/E

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA	
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN			
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA			
ESCALA: INDICADA	SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO FASE II: GAS NATURAL SECO INSTALACIÓN TÍPICA DE SISTEMAS DE GNS			N° DE PLANO:	
				UCSM-HRHD-SGM-SV-G-SK-GNS-001	
ID: 61					REV. B



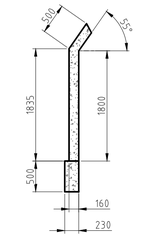
PLANTA - FRENTE ACTUAL DEL HRHD

ESCALA: 1/50



ELEVACIÓN - FRENTE ACTUAL DEL HRHD

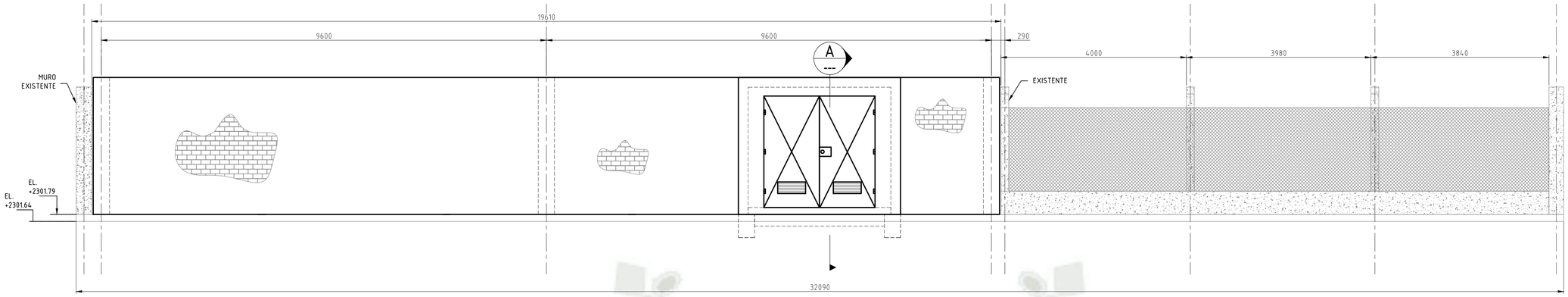
ESCALA: 1/50



SECCION A

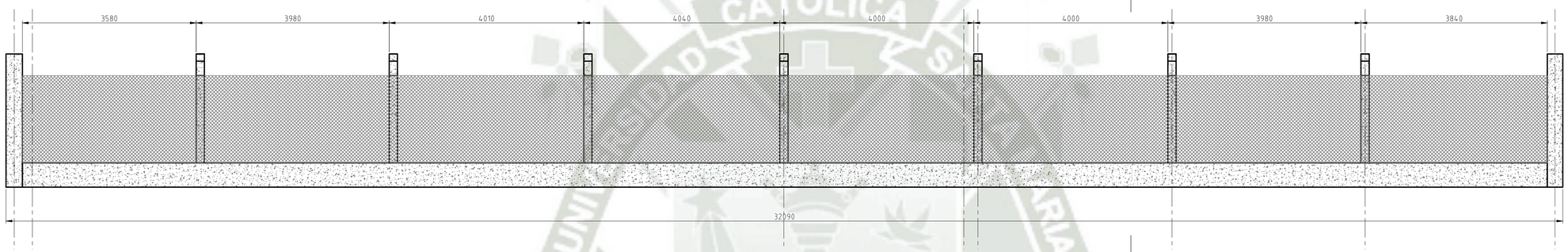
ESCALA: 1:20

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA	
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN			
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA			
ESCALA: INDICADA	SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO FASE II: GAS NATURAL SECO FRENTE ACTUAL DEL HRHD			Nº DE PLANO:	
ID: 62				UCSM-HRHD-SGM-S1-G-DA-GNS-001	REV. B



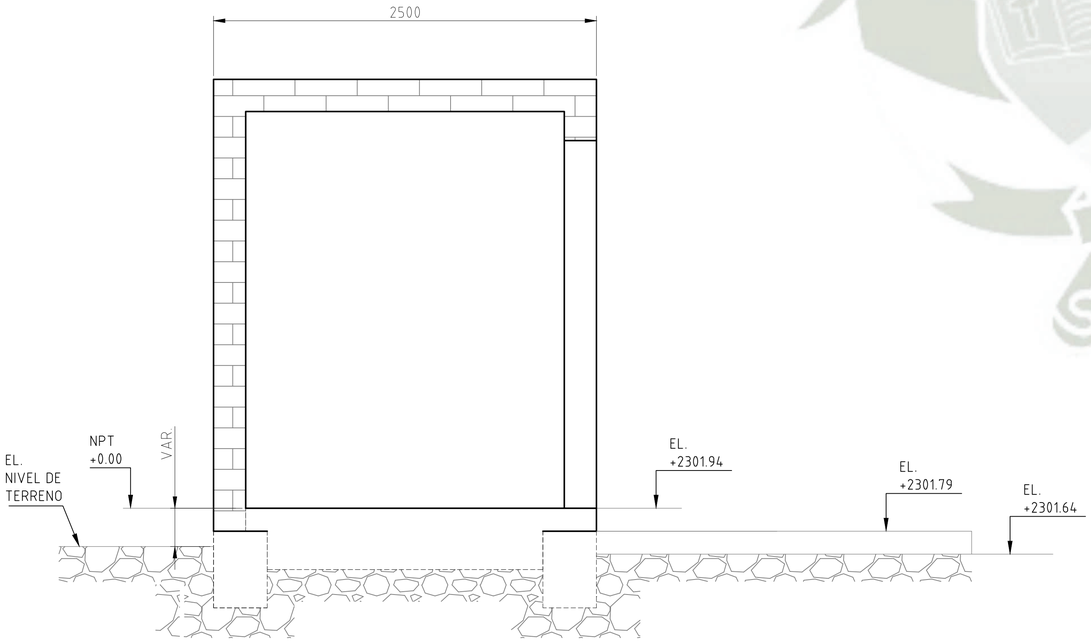
ELEVACIÓN – UBICACIÓN FUTURA DE LA ERMP

ESCALA: 1/50



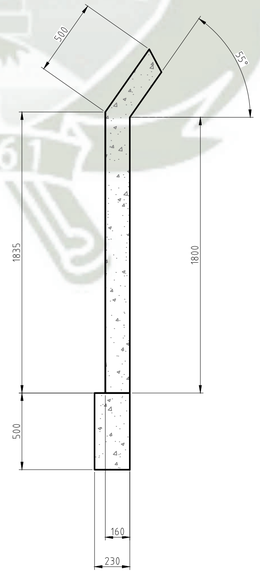
ELEVACIÓN – FRENTE ACTUAL DEL HRHD

ESCALA: 1/50



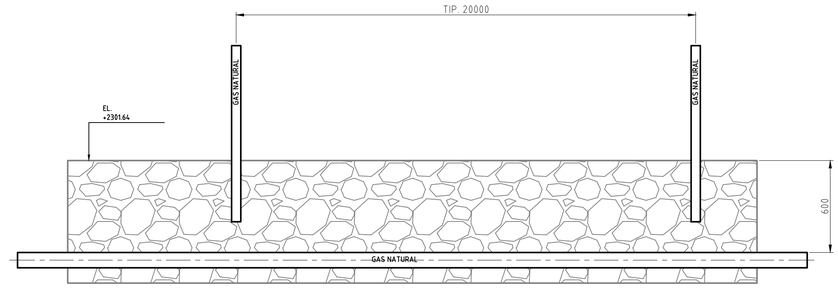
SECCION A

ESCALA: 1:20



SECCION B

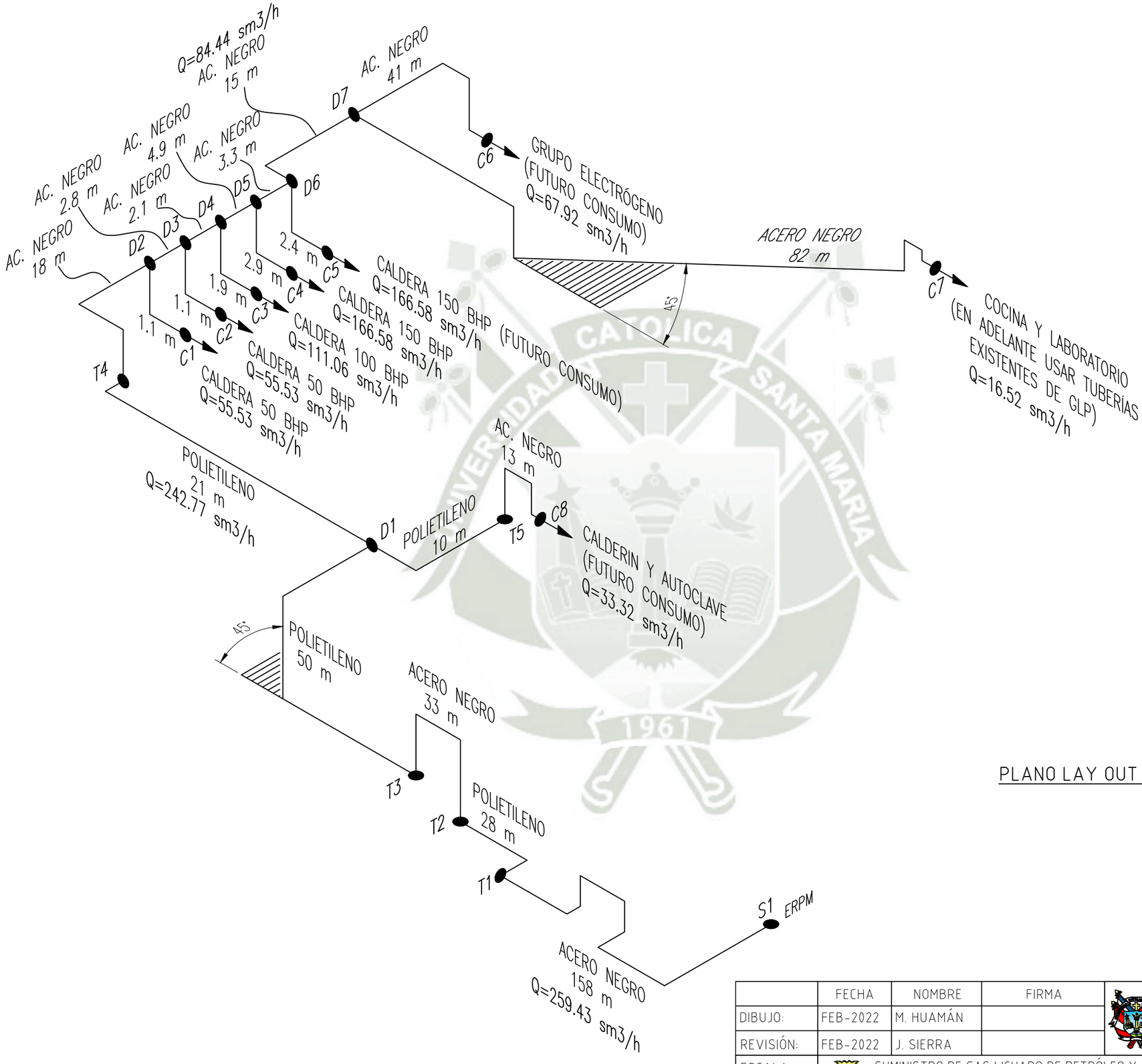
ESCALA: 1:20



DET. TIP

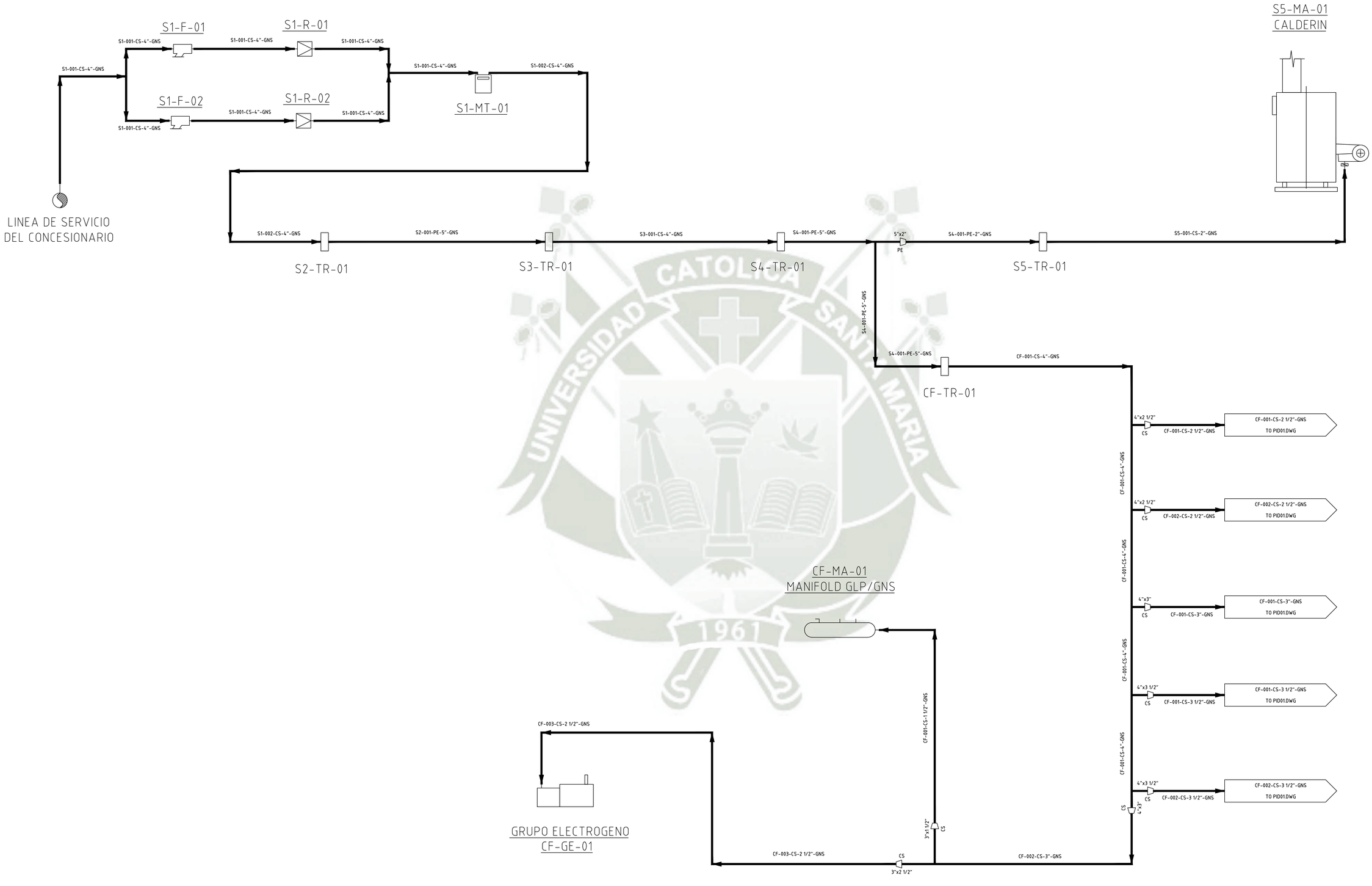
ESCALA: 1:20

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA	
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN			
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA			
ESCALA: INDICADA	SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO FASE II: GAS NATURAL SECO UBICACIÓN FUTURA DE LA ERMP Y FRENTE DEL HRHD			Nº DE PLANO:	
ID: 63				UCSM-HRHD-SGM-S1-G-DA-GNS-002	REV. B

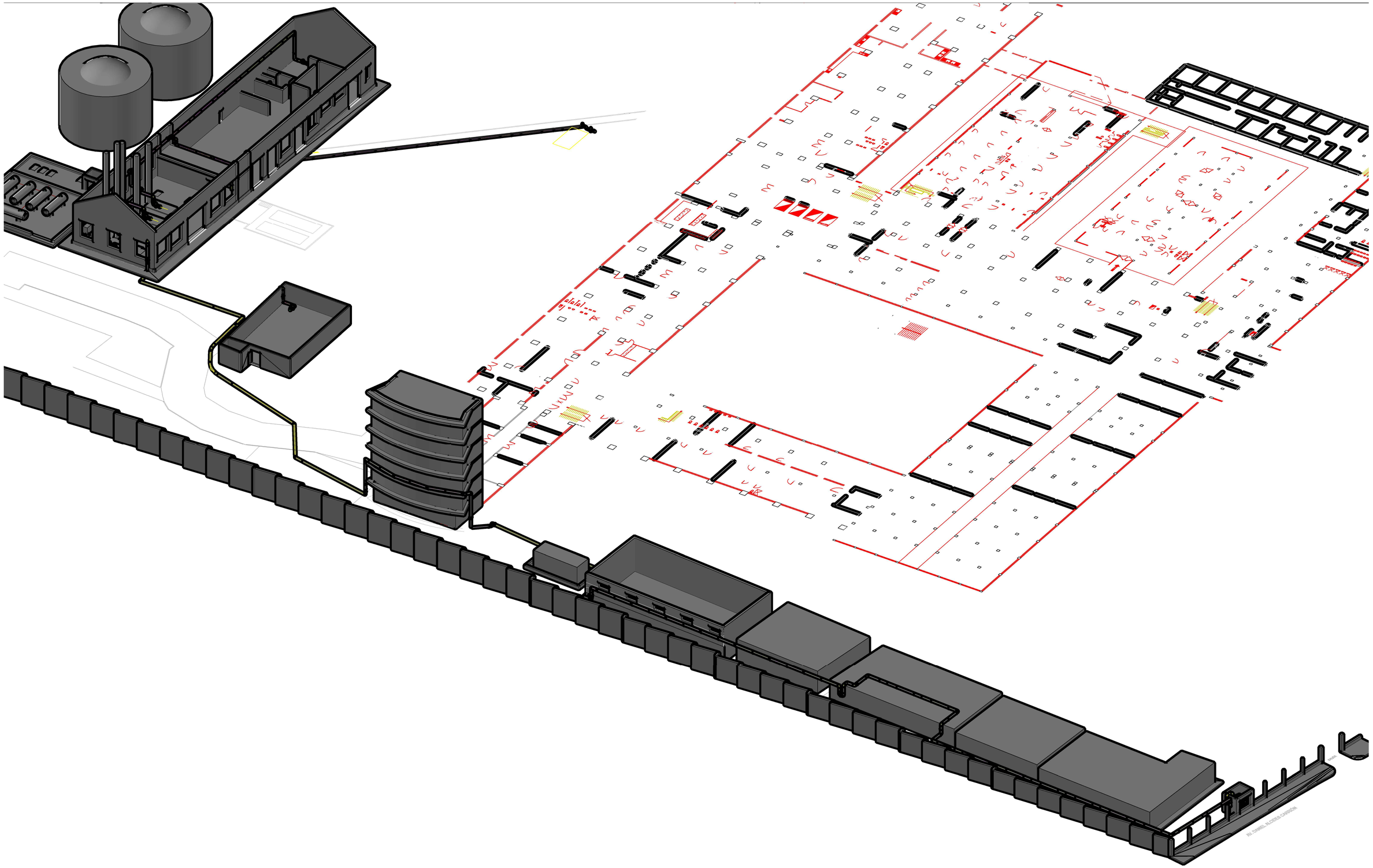


PLANO LAY OUT - ISOMÉTRICO

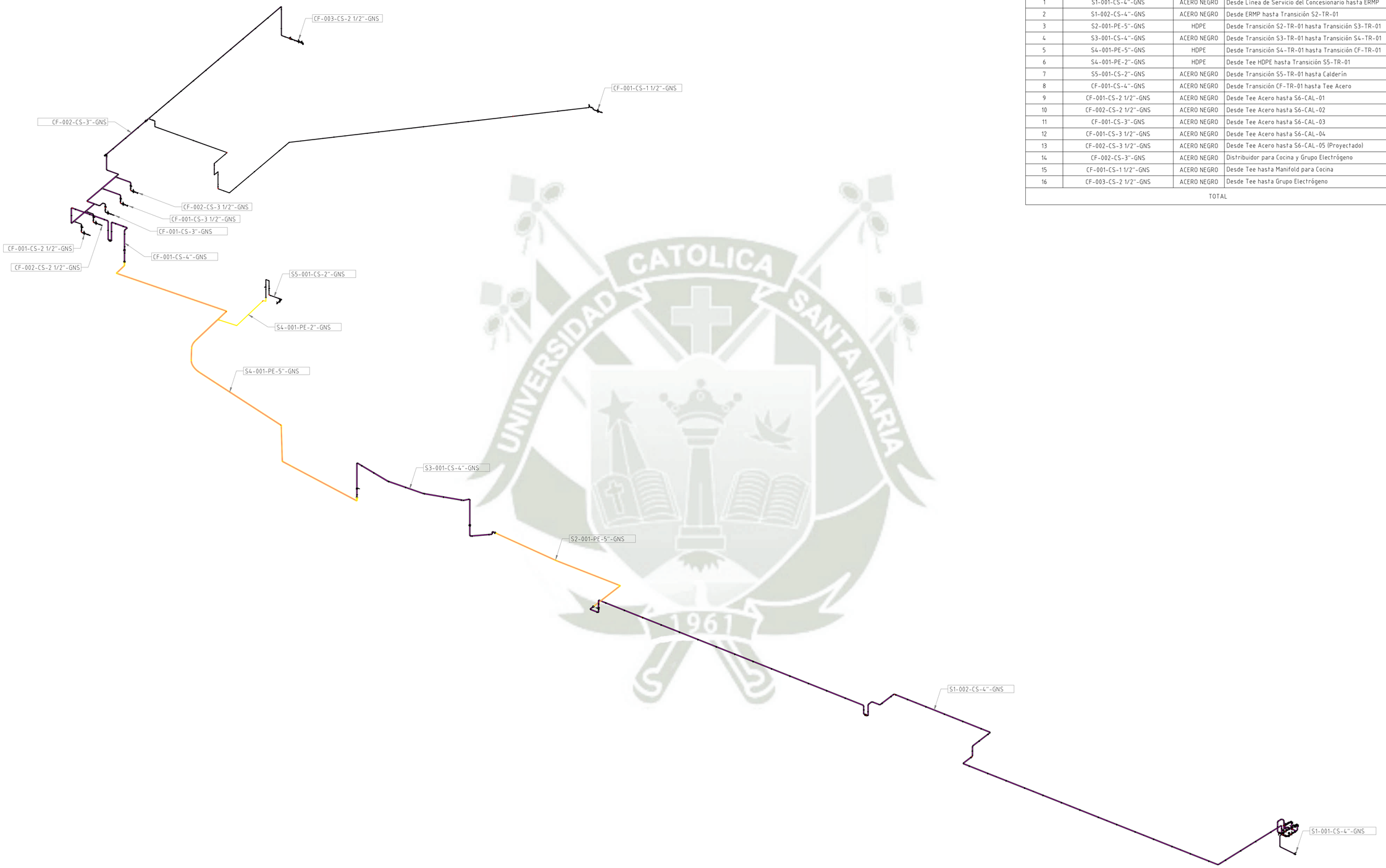
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA	
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN			
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA			
ESCALA: INDICADA	SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO FASE II: GAS NATURAL SECO ISOMÉTRICO LAYOUT DEL SISTEMA DE GNS			N° DE PLANO:	
				UCSM-HRHD-SGM-SV-G-BA-GNS-002	
ID: 64					REV. B



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA	
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN			
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA			
ESCALA: INDICADA	SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO FASE II: GAS NATURAL SECO DIAGRAMA PID DEL SISTEMA DE GNS				N° DE PLANO:
ID: 65					UCSM-HRHD-SGM-SV-I-BA-GNS-001
					REV. B



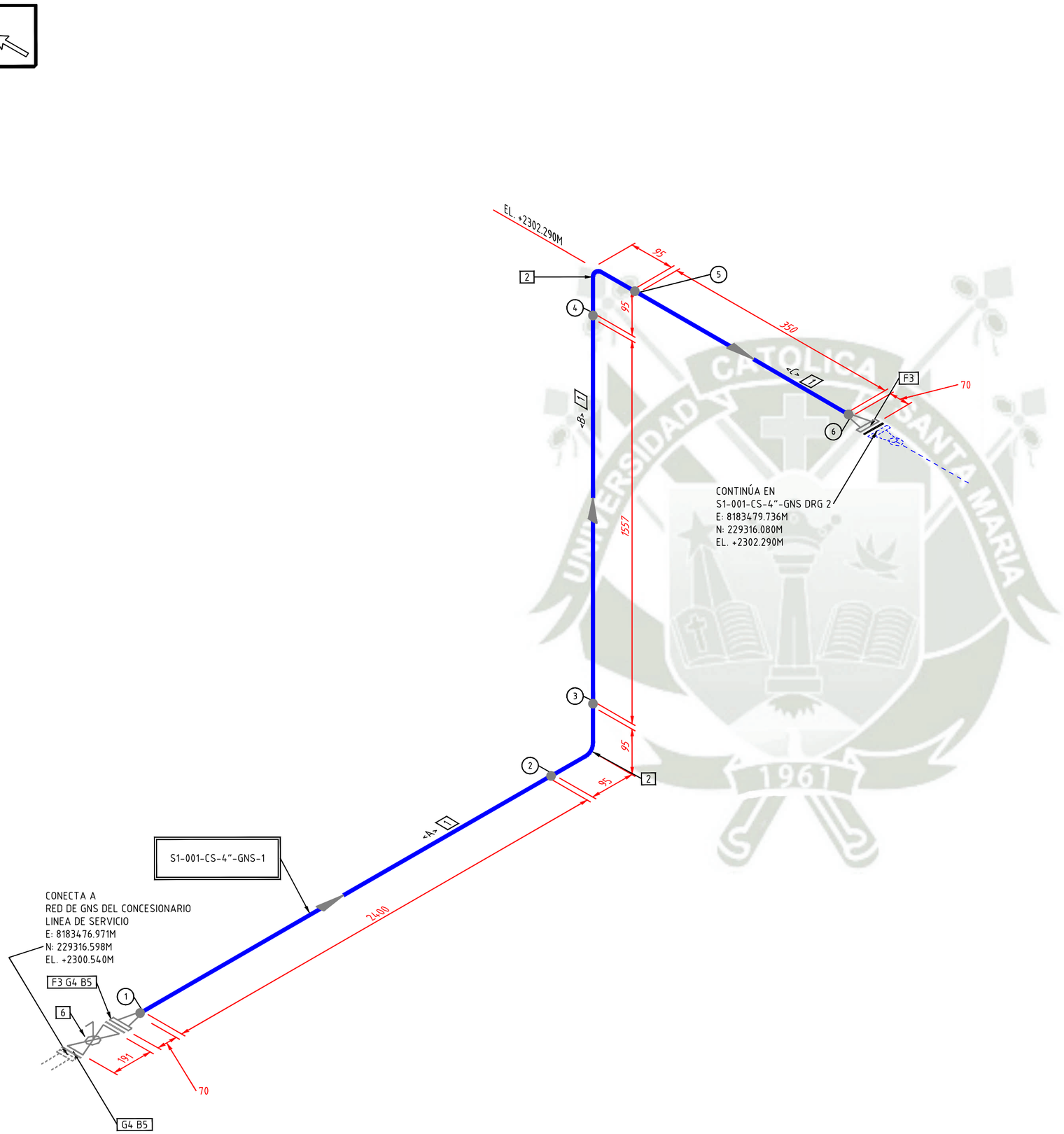
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA	
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN			
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA			
ESCALA: INDICADA	SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO FASE II: GAS NATURAL SECO VISTA GENERAL DEL SISTEMA DE GNS			Nº DE PLANO:	
				UCSM-HRHD-SGM-SV-M-CO-GNS-001	
ID: 66					REV. B



LISTADO DE LINEAS DE TUBERÍA PARA GNS (ACERO Y HDPE)

ITEM	N° LINEA	MATERIAL DE TUBERIA	DESCRIPCION	LONGITUD (m)
1	S1-001-CS-4"-GNS	ACERO NEGRO	Desde Línea de Servicio del Concesionario hasta ERMP	7.34
2	S1-002-CS-4"-GNS	ACERO NEGRO	Desde ERMP hasta Transición S2-TR-01	134.47
3	S2-001-PE-5"-GNS	HDPE	Desde Transición S2-TR-01 hasta Transición S3-TR-01	25.74
4	S3-001-CS-4"-GNS	ACERO NEGRO	Desde Transición S3-TR-01 hasta Transición S4-TR-01	30.73
5	S4-001-PE-5"-GNS	HDPE	Desde Transición S4-TR-01 hasta Transición CF-TR-01	60.08
6	S4-001-PE-2"-GNS	HDPE	Desde Tee HDPE hasta Transición S5-TR-01	9.66
7	S5-001-CS-2"-GNS	ACERO NEGRO	Desde Transición S5-TR-01 hasta Calderín	7.69
8	CF-001-CS-4"-GNS	ACERO NEGRO	Desde Transición CF-TR-01 hasta Tee Acero	32.44
9	CF-001-CS-2 1/2"-GNS	ACERO NEGRO	Desde Tee Acero hasta S6-CAL-01	2.25
10	CF-002-CS-2 1/2"-GNS	ACERO NEGRO	Desde Tee Acero hasta S6-CAL-02	2.25
11	CF-001-CS-3"-GNS	ACERO NEGRO	Desde Tee Acero hasta S6-CAL-03	2.69
12	CF-001-CS-3 1/2"-GNS	ACERO NEGRO	Desde Tee Acero hasta S6-CAL-04	3.60
13	CF-002-CS-3 1/2"-GNS	ACERO NEGRO	Desde Tee Acero hasta S6-CAL-05 (Proyectado)	3.06
14	CF-002-CS-3"-GNS	ACERO NEGRO	Distribuidor para Cocina y Grupo Electrógeno	14.23
15	CF-001-CS-1 1/2"-GNS	ACERO NEGRO	Desde Tee hasta Manifold para Cocina	79.26
16	CF-003-CS-2 1/2"-GNS	ACERO NEGRO	Desde Tee hasta Grupo Electrógeno	38.12
TOTAL				453.61

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN		
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA		
ESCALA: INDICADA	SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO FASE II: GAS NATURAL SECO TAG DE LINEAS DE TUBERIA DEL SISTEMA DE GNS			N° DE PLANO: UCSM-HRHD-SGM-SV-M-CO-GNS-002
ID: 67				REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	2.1/2	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH40 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	4307 MM
ACCESORIOS			
2	2.1/2	CODO 90° SOLDABLE RL SCH40 ASTM A234 GR.WPB	2
BRIDAS			
3	2.1/2	BRIDA WELDING NECK CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	2
EMPAQUETADURAS			
4	2.1/2	EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	2
PERNERÍA			
5	5/8	(4) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436 (89 MM LG)	2
VALVULAS / ELEMENTOS EN LÍNEA			
6	2.1/2	VÁLVULA DE BOLA 1/4 DE VUELTA CON EXTREMOS BRIDADOS CLASE 150	1

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN
1	2.1/2"	BW	3-1
2	2.1/2"	BW	1-2
3	2.1/2"	BW	2-1
4	2.1/2"	BW	1-2
5	2.1/2"	BW	2-1
6	2.1/2"	BW	1-3

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	2.1/2"	2400	BISELADO	BISELADO
B	2.1/2"	1557	BISELADO	BISELADO
C	2.1/2"	350	BISELADO	BISELADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

ID: 68

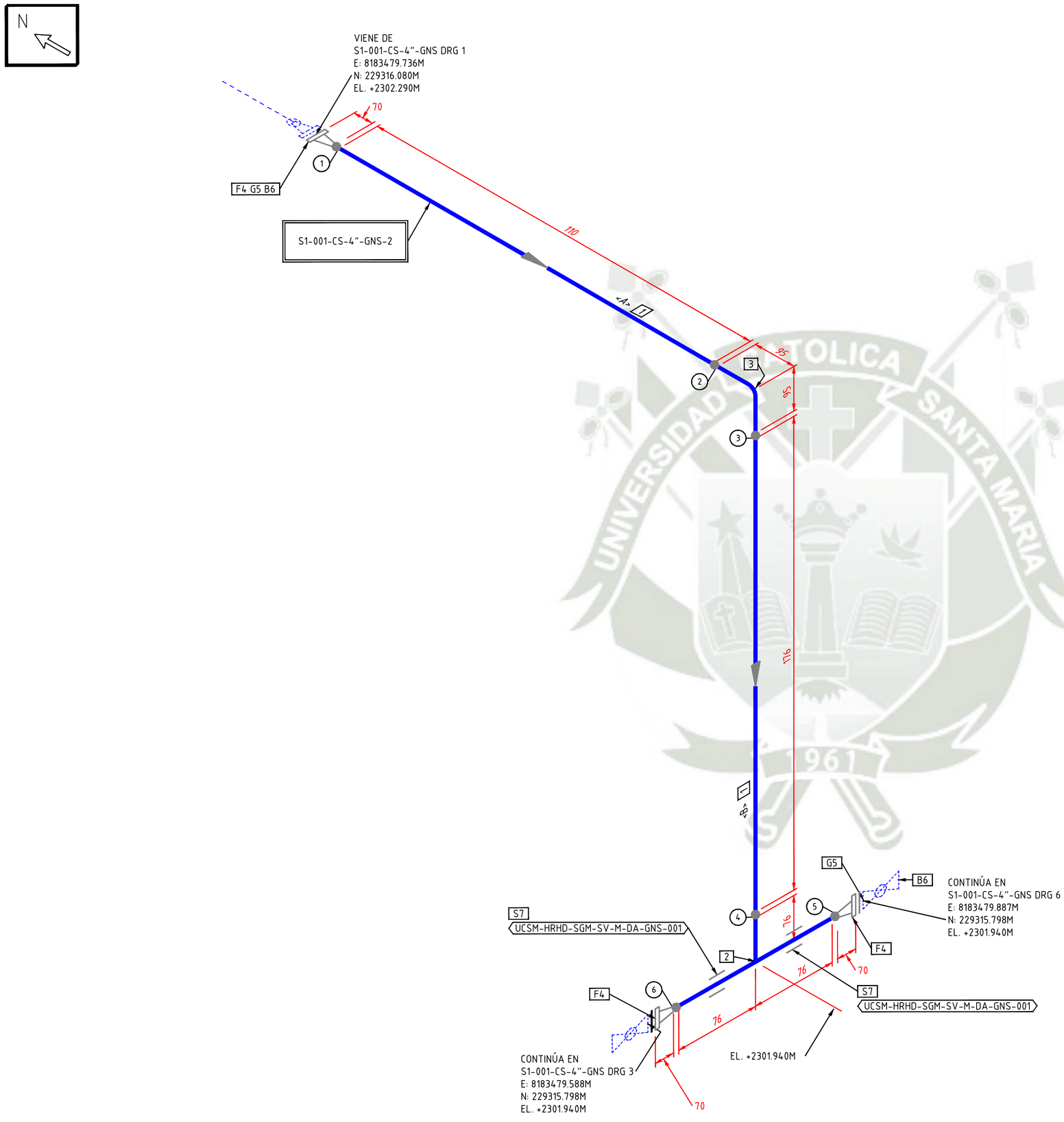
SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE II: SISTEMA DE GAS NATURAL SECO
Desde Línea de Servicio del Concesionario hasta ERMP (I)

N° DE PLANO: HOJA 1 DE 6

UCSM-HRHD-SGM-S1-M-DA-GNS-001

S1-001-CS-4"-GNS

REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	2.1/2	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH40 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	286 MM
ACCESORIOS			
2	2.1/2X2.1/2	TEE SOLDABLE SCH40 ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	1
3	2.1/2	CODO 90° SOLDABLE RL SCH40 ASTM A234 GR.WPB	1
BRIDAS			
4	2.1/2	BRIDA WELDING NECK CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	3
EMPAQUETADURAS			
5	2.1/2	EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	2
PERNERÍA			
6	5/8	(4) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436 (89 MM LG)	2
SOPORTERÍA			
7	2.1/2	SOPORTE DE ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36 TIPO SP-01	2

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN
1	2.1/2"	BW	4-1
2	2.1/2"	BW	1-3
3	2.1/2"	BW	3-1
4	2.1/2"	BW	1-2
5	2.1/2"	BW	2-4
6	2.1/2"	BW	2-4

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	2.1/2"	110	BISELADO	BISELADO
B	2.1/2"	176	BISELADO	BISELADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

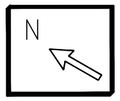
ID: 69

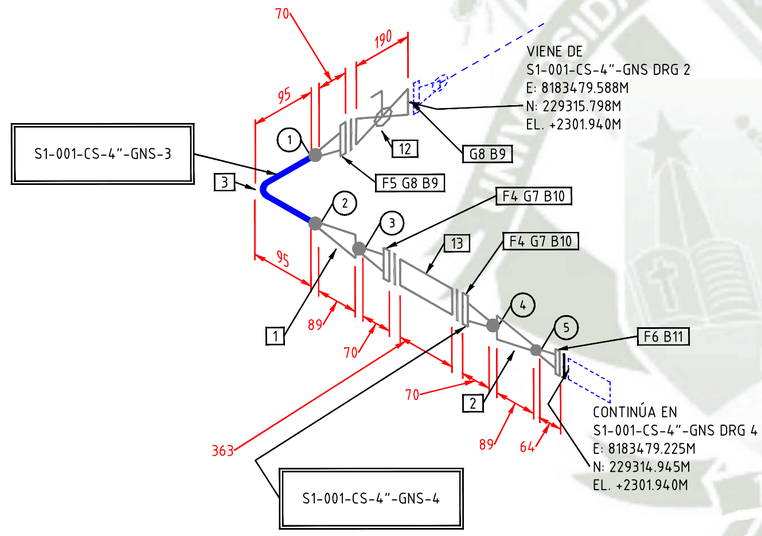
SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE II: SISTEMA DE GAS NATURAL SECO
Desde Línea de Servicio del Concesionario hasta ERMP (II)

N° DE PLANO: HOJA 2 DE 6

UCSM-HRHD-SGM-S1-M-DA-GNS-002

S1-001-CS-4"-GNS | REV. B





LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
ACCESORIOS			
1	3X2.1/2	REDUCCIÓN CONCÉNTRICA SOLDABLE ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	1
2	3X2	REDUCCIÓN CONCÉNTRICA SOLDABLE ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	1
3	2.1/2	CODO 90° SOLDABLE RL SCH40 ASTM A234 GR.WPB	1
BRIDAS			
4	3	BRIDA WELDING NECK CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	2
5	2.1/2	BRIDA WELDING NECK CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	1
6	2	BRIDA WELDING NECK CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	1
EMPAQUETADURAS			
7	3	EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	2
8	2.1/2	EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	2
PERNERÍA			
9	5/8	(4) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436 (89 MM LG)	2
10	5/8	(4) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436 (95 MM LG)	2
11	5/8	(4) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436 (83 MM LG)	1
VALVULAS / ELEMENTOS EN LÍNEA			
12	2.1/2	VÁLVULA DE BOLA 1/4 DE VUELTA CON EXTREMOS BRIDADOS CLASE 150	1
INSTRUMENTACIÓN			
13	3	FILTRO TIPO CARTUCHO EXTREMOS BRIDADOS Ø3" CLASE 150 RF	1

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN
1	2.1/2"	BW	5-3
2	2.1/2"	BW	3-1
3	3"	BW	1-4
4	3"	BW	4-2
5	2"	BW	2-6

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE II: SISTEMA DE GAS NATURAL SECO
Desde Línea de Servicio del Concesionario hasta ERMP (III)

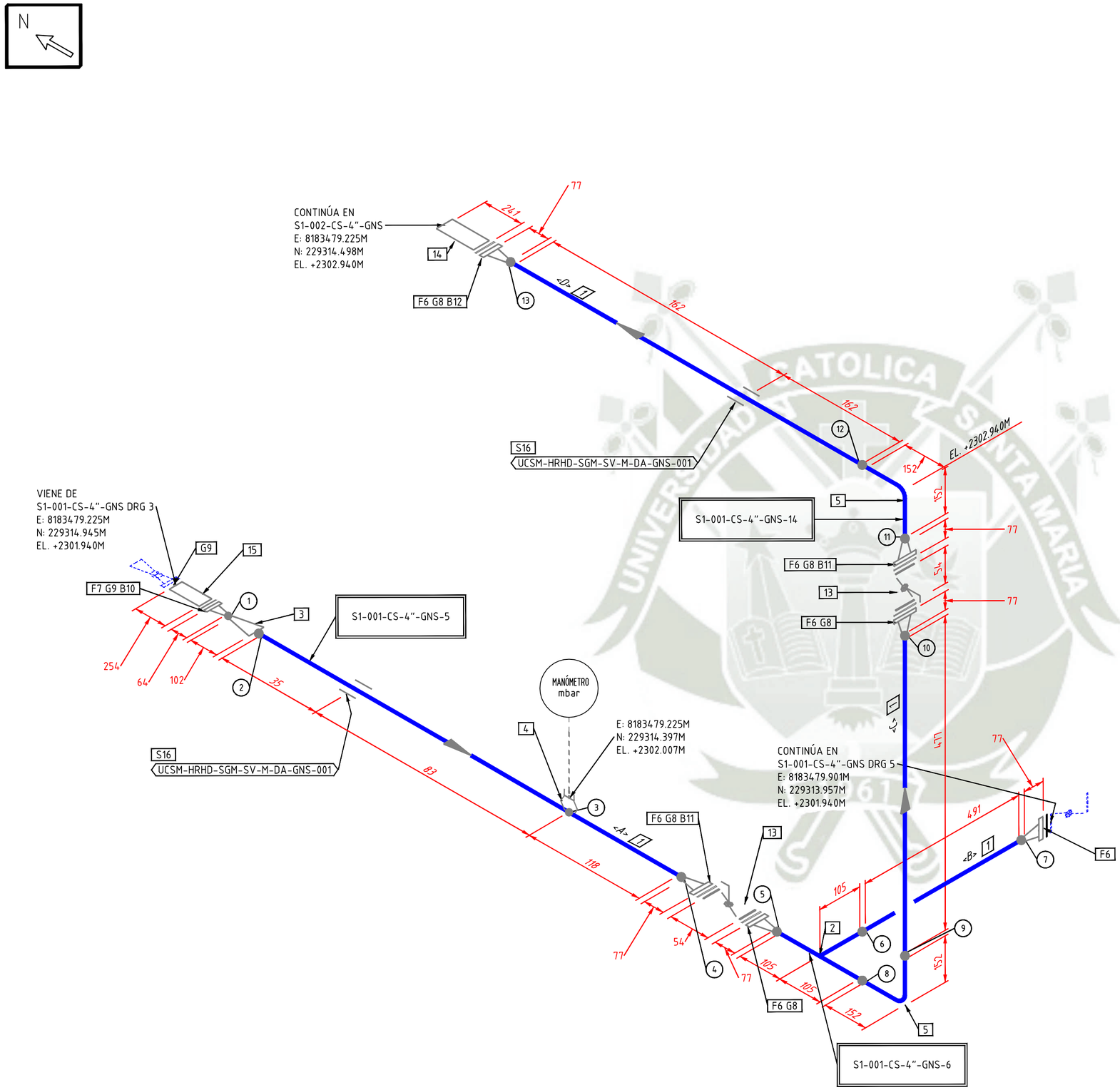
Nº DE PLANO: HOJA 3 DE 6

UCSM-HRHD-SGM-S1-M-DA-GNS-003

ID: 70

S1-001-CS-4"-GNS

REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	4	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH40 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	1528 MM
ACCESORIOS			
2	4X4	TEE SOLDABLE SCH40 ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	1
3	4X2	REDUCCIÓN CONCÉNTRICA SOLDABLE ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	1
4	4X1/4	THRD-O-LET, THRD, 3000LB, ASTM A105	1
5	4	CODO 90° SOLDABLE RL SCH40 ASTM A234 GR.WPB	2
BRIDAS			
6	4	BRIDA WELDING NECK CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	6
7	2	BRIDA WELDING NECK CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	1
EMPAQUETADURAS			
8	4	EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	5
9	2	EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	2
PERNERÍA			
10	5/8	(4) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436 (83 MM LG)	1
11	5/8	(8) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436 (131 MM LG)	2
12	5/8	(8) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436 (95 MM LG)	1
VALVULAS / ELEMENTOS EN LÍNEA			
13	4	VÁLVULA DE MARIPOSA 1/4 DE VUELTA TIPO WAFER CLASE 150 LO	2
INSTRUMENTACIÓN			
14	4	CONTADOR ROTATIVO G-160 EXTREMOS BRIDADOS Ø4" CLASE 150 RF	1
15	2	REGULADOR DE PRESIÓN TIPO DIAFRAGMA MODELO DIVAL 700 EXTREMOS BRIDADOS CLASE 150 RF	1
SOPORTERÍA			
16	4	SOPORTE DE ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36 TIPO SP-01	2

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN
1	2"	BW	7-3
2	4"	BW	3-1
3	1/4"	LET	1-4
4	4"	BW	1-6
5	4"	BW	6-2
6	4"	BW	2-1
7	4"	BW	1-6
8	4"	BW	2-5
9	4"	BW	5-1
10	4"	BW	1-6
11	4"	BW	6-5
12	4"	BW	5-1
13	4"	BW	1-6

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	4"	236	BISELADO	BISELADO
B	4"	491	BISELADO	BISELADO
C	4"	477	BISELADO	BISELADO
D	4"	324	BISELADO	BISELADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE II: SISTEMA DE GAS NATURAL SECO
Desde Línea de Servicio del Concesionario hasta ERMP (IV)

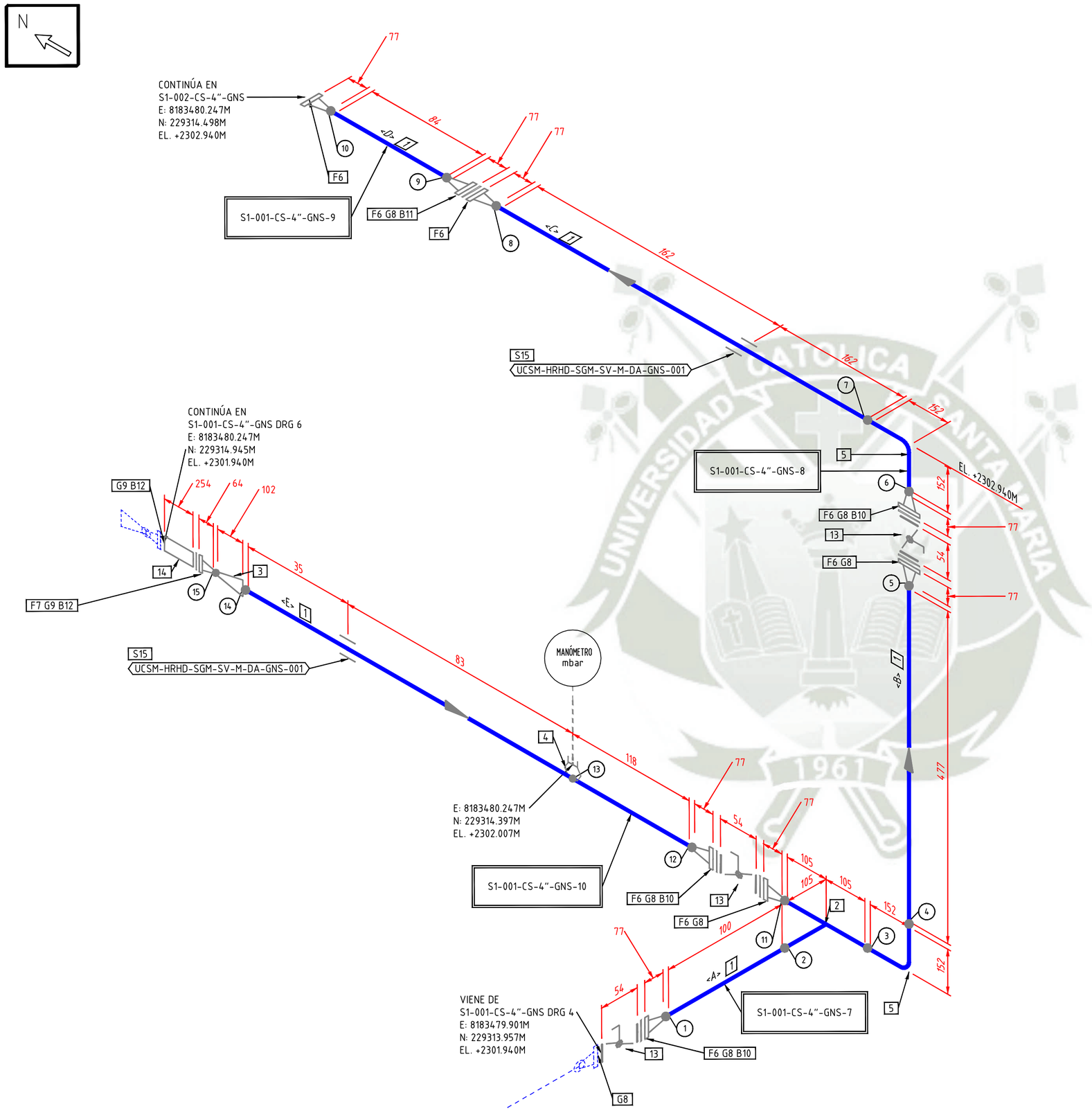
N° DE PLANO: HOJA 4 DE 6

UCSM-HRHD-SGM-S1-M-DA-GNS-004

ID: 71

S1-001-CS-4"-GNS

REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	4	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH40 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	1221 MM
ACCESORIOS			
2	4X4	TEE SOLDABLE SCH40 ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	1
3	4X2	REDUCCIÓN CONCÉNTRICA SOLDABLE ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	1
4	4X1/4	THRD-O-LET, THRD, 3000LB, ASTM A105	1
5	4	CODO 90° SOLDABLE RL SCH40 ASTM A234 GR.WPB	2
BRIDAS			
6	4	BRIDA WELDING NECK CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	8
7	2	BRIDA WELDING NECK CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	1
EMPAQUETADURAS			
8	4	EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	7
9	2	EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	2
PERNERÍA			
10	5/8	(8) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436 (131 MM LG)	3
11	5/8	(8) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436 (95 MM LG)	1
12	5/8	(4) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436 (83 MM LG)	2
VALVULAS / ELEMENTOS EN LÍNEA			
13	4	VÁLVULA DE MARIPOSA 1/4 DE VUELTA TIPO WAFER CLASE 150 LO	3
INSTRUMENTACIÓN			
14	2	REGULADOR DE PRESIÓN TIPO DIAFRAGMA MODELO DIVAL 700 EXTREMOS BRIDADOS CLASE 150 RF	1
SOPORTERÍA			
15	4	SOPORTE DE ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36 TIPO SP-01	2

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN
1	4"	BW	6-1
2	4"	BW	1-2
3	4"	BW	2-5
4	4"	BW	5-1
5	4"	BW	1-6
6	4"	BW	6-5
7	4"	BW	5-1
8	4"	BW	1-6
9	4"	BW	6-1
10	4"	BW	1-6
11	4"	BW	2-6
12	4"	BW	6-1
13	1/4"	LET	1-4
14	4"	BW	1-3
15	2"	BW	3-7

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	4"	100	BISELADO	BISELADO
B	4"	477	BISELADO	BISELADO
C	4"	324	BISELADO	BISELADO
D	4"	84	BISELADO	BISELADO
E	4"	236	BISELADO	BISELADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

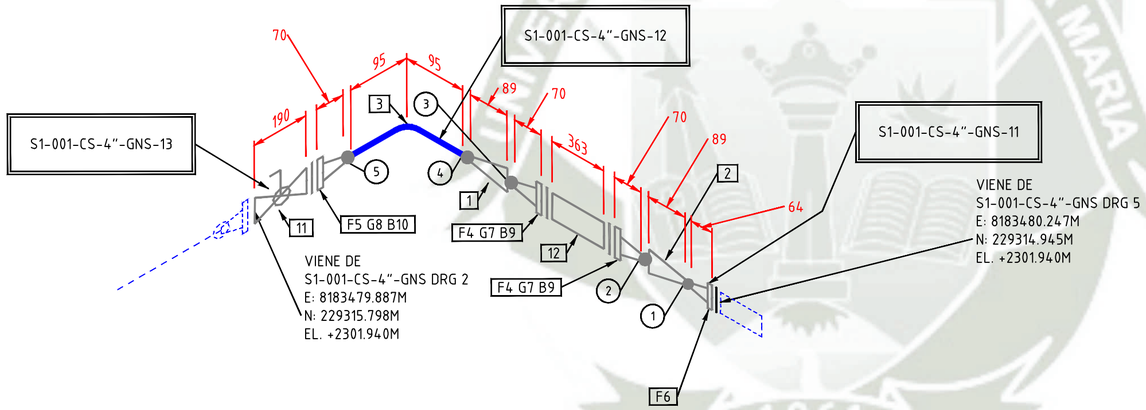
ID: 72

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE II: SISTEMA DE GAS NATURAL SECO
Desde Línea de Servicio del Concesionario hasta ERMP (V)

N° DE PLANO: HOJA 5 DE 6

UCSM-HRHD-SGM-S1-M-DA-GNS-005

S1-001-CS-4"-GNS | REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
ACCESORIOS			
1	3X2.1/2	REDUCCIÓN CONCÉNTRICA SOLDABLE ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	1
2	3X2	REDUCCIÓN CONCÉNTRICA SOLDABLE ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	1
3	2.1/2	CODO 90° SOLDABLE RL SCH40 ASTM A234 GR.WPB	1
BRIDAS			
4	3	BRIDA WELDING NECK CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	2
5	2.1/2	BRIDA WELDING NECK CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	1
6	2	BRIDA WELDING NECK CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	1
EMPAQUETADURAS			
7	3	EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	2
8	2.1/2	EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	1
PERNERÍA			
9	5/8	(4) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436 (95 MM LG)	2
10	5/8	(4) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436 (89 MM LG)	1
VALVULAS / ELEMENTOS EN LÍNEA			
11	2.1/2	VÁLVULA DE BOLA 1/4 DE VUELTA CON EXTREMOS BRIDADOS CLASE 150	1
INSTRUMENTACIÓN			
12	3	FILTRO TIPO CARTUCHO EXTREMOS BRIDADOS Ø3" CLASE 150 RF	1

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN
1	2"	BW	6-2
2	3"	BW	2-4
3	3"	BW	4-1
4	2.1/2"	BW	1-3
5	2.1/2"	BW	3-5

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

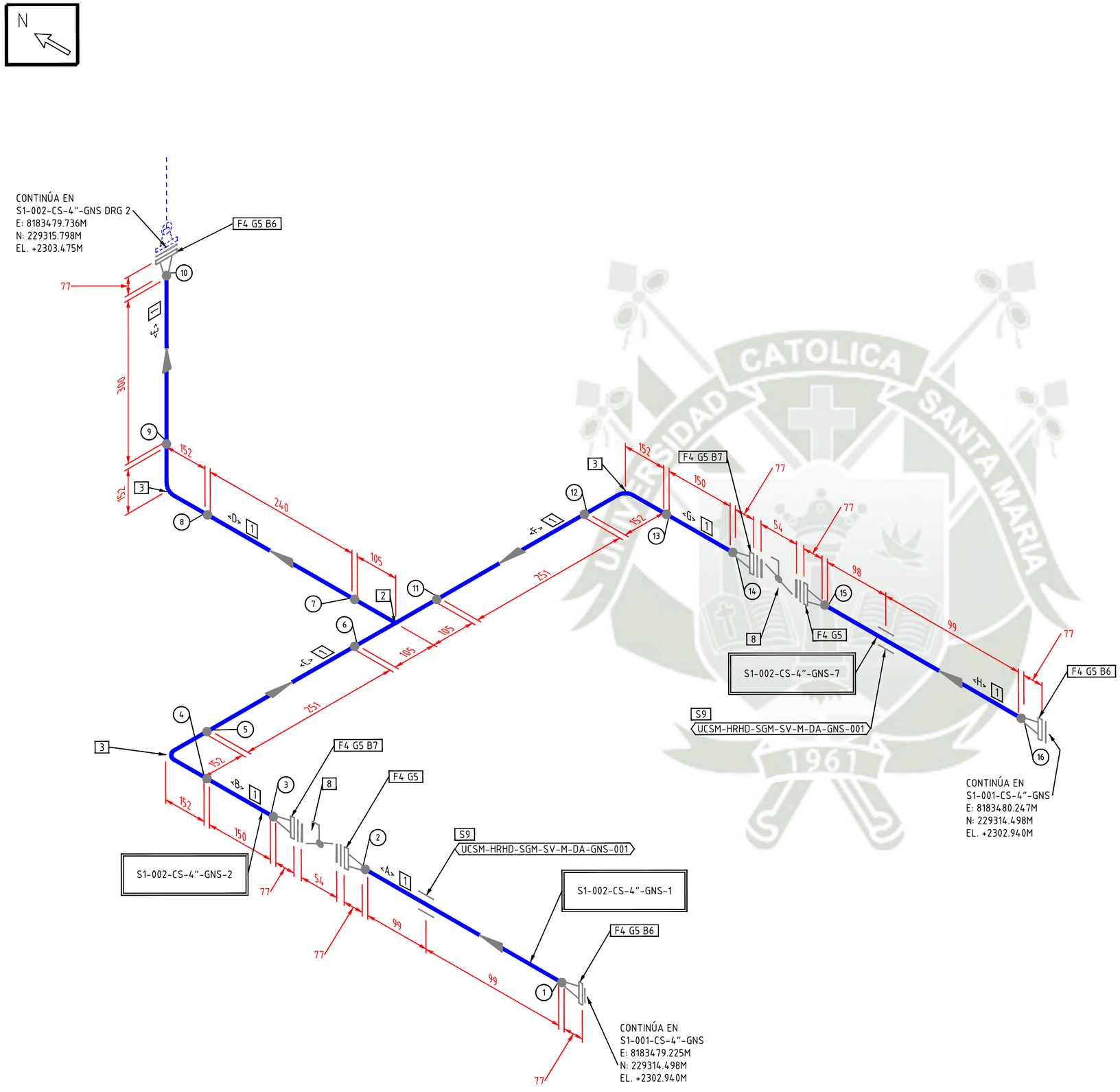
ID: 73

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE II: SISTEMA DE GAS NATURAL SECO
Desde Línea de Servicio del Concesionario hasta ERMP (VI)

N° DE PLANO: HOJA 6 DE 6

UCSM-HRHD-SGM-S1-M-DA-GNS-006

S1-001-CS-4"-GNS REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	4	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH40 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	1736 MM
ACCESORIOS			
2	4X4	TEE SOLDABLE SCH40 ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	1
3	4	CODO 90° SOLDABLE RL SCH40 ASTM A234 GR.WPB	3
BRIDAS			
4	4	BRIDA WELDING NECK CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	7
EMPAQUETADURAS			
5	4	EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	7
PERNERÍA			
6	5/8	(8) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436 (95 MM LG)	3
7	5/8	(8) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436 (131 MM LG)	2
VALVULAS / ELEMENTOS EN LÍNEA			
8	4	VÁLVULA DE MARIPOSA 1/4 DE VUELTA TIPO WAFER CLASE 150 LO	2
SOPORTERÍA			
9	4	SOPORTE DE ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36 TIPO SP-01	2

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN
1	4"	BW	4-1
2	4"	BW	1-4
3	4"	BW	4-1
4	4"	BW	1-3
5	4"	BW	3-1
6	4"	BW	1-2
7	4"	BW	2-1
8	4"	BW	1-3
9	4"	BW	3-1
10	4"	BW	1-4
11	4"	BW	2-1
12	4"	BW	1-3
13	4"	BW	3-1
14	4"	BW	1-4
15	4"	BW	4-1
16	4"	BW	1-4

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	4"	197	BISELADO	BISELADO
B	4"	150	BISELADO	BISELADO
C	4"	251	BISELADO	BISELADO
D	4"	240	BISELADO	BISELADO
E	4"	300	BISELADO	BISELADO
F	4"	251	BISELADO	BISELADO
G	4"	150	BISELADO	BISELADO
H	4"	197	BISELADO	BISELADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

ID: 74

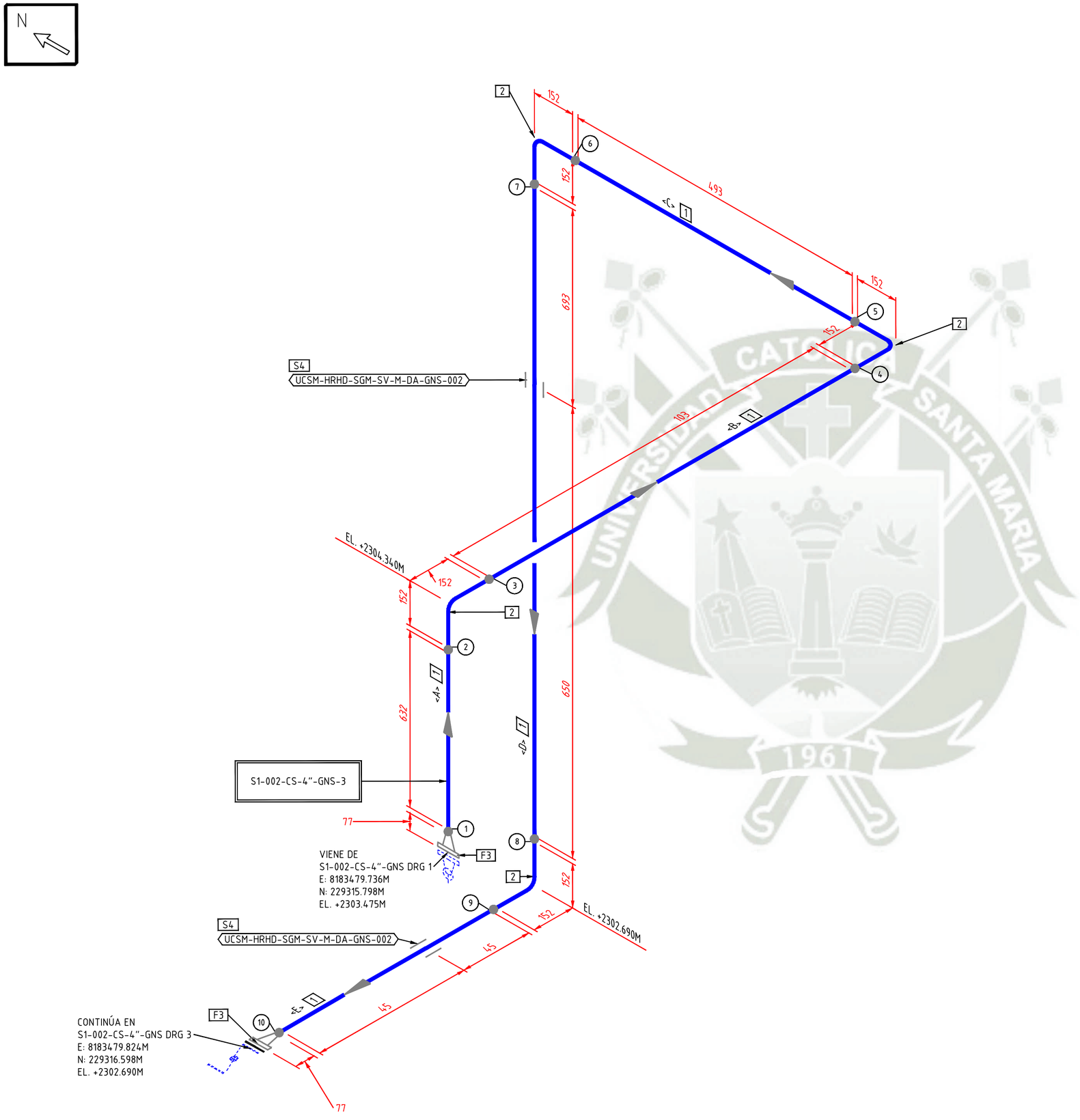
SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE II: SISTEMA DE GAS NATURAL SECO
Desde ERMP hasta Transición S2-TR-01 (I)

N° DE PLANO: HOJA 1 DE 7

UCSM-HRHD-SGM-S1-M-DA-GNS-007

S1-002-CS-4"-GNS

REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	4	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH40 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	2661 MM
ACCESORIOS			
2	4	CODO 90° SOLDABLE RL SCH40 ASTM A234 GR.WPB	4
BRIDAS			
3	4	BRIDA WELDING NECK CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	2
SOPORTERÍA			
4	4	SOPORTE DE ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36 TIPO SP-06	2

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN
1	4"	BW	3-1
2	4"	BW	1-2
3	4"	BW	2-1
4	4"	BW	1-2
5	4"	BW	2-1
6	4"	BW	1-2
7	4"	BW	2-1
8	4"	BW	1-2
9	4"	BW	2-1
10	4"	BW	1-3

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	4"	632	BISELADO	BISELADO
B	4"	103	BISELADO	BISELADO
C	4"	493	BISELADO	BISELADO
D	4"	1343	BISELADO	BISELADO
E	4"	90	BISELADO	BISELADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

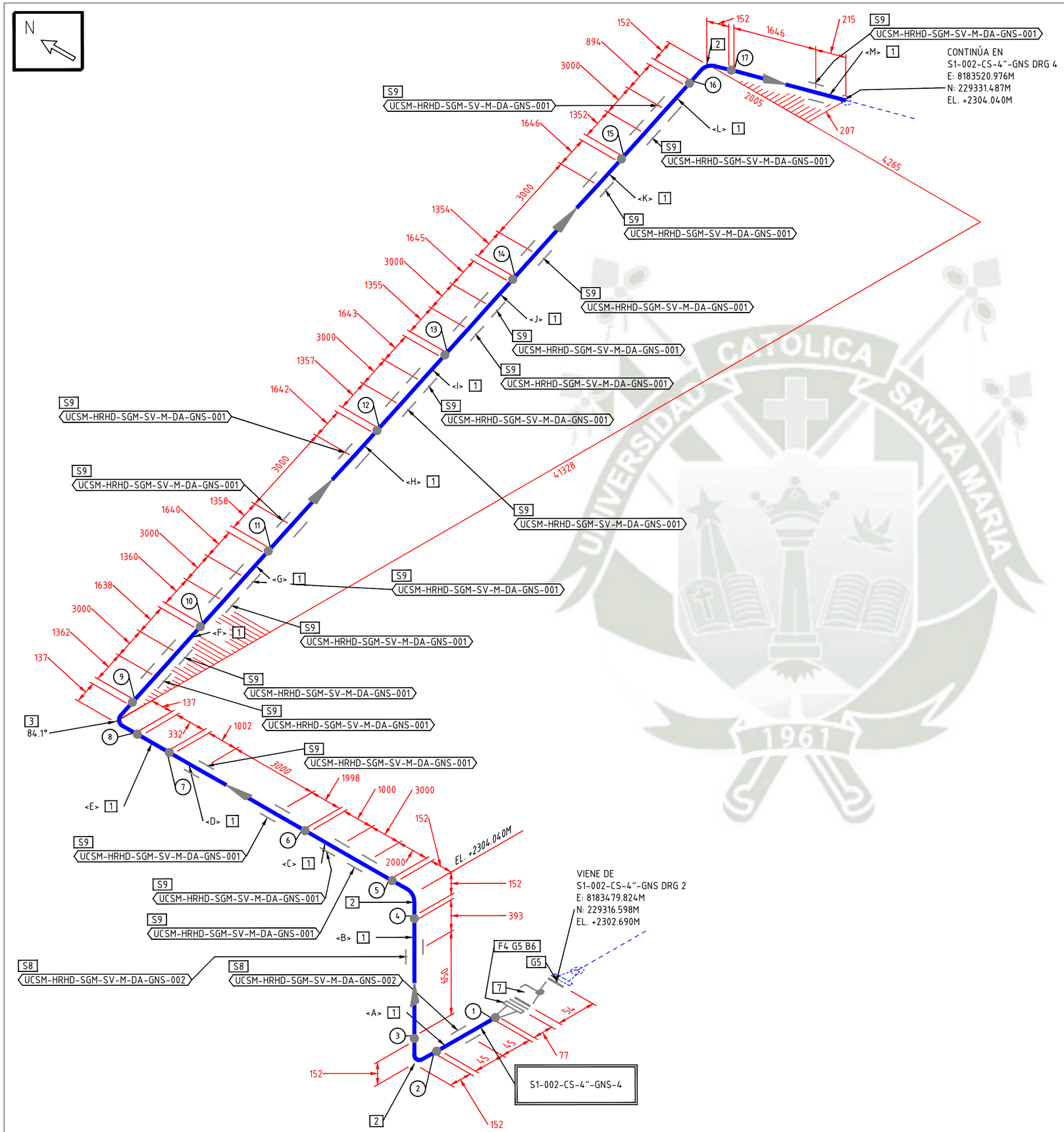
ID: 75

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE II: SISTEMA DE GAS NATURAL SECO
Desde ERMP hasta Transición S2-TR-01 (II)

N° DE PLANO: HOJA 2 DE 7

UCSM-HRHD-SGM-S1-M-DA-GNS-008

S1-002-CS-4"-GNS | REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	4	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH40 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	56573 MM
ACCESORIOS			
2	4	CODO 90° SOLDABLE RL SCH40 ASTM A234 GR.WPB	3
3	4	TRIMMED CODO 90° SOLDABLE RL SCH40 ASTM A234 GR.WPB (84.11)	1
BRIDAS			
4	4	BRIDA WELDING NECK CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	1
EMPAQUETADURAS			
5	4	EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	2
PERNERÍA			
6	5/8	(8) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436 (131 MM LG)	1
VALVULAS / ELEMENTOS EN LÍNEA			
7	4	VÁLVULA DE MARIPOSA 1/4 DE VUELTA TIPO WAFER CLASE 150 LO	1
SOPORTERÍA			
8	4	SOPORTE DE ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36 TIPO SP-06	2
9	4	SOPORTE DE ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36 TIPO SP-02	19

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN
1	4"	BW	4-1
2	4"	BW	1-2
3	4"	BW	2-1
4	4"	BW	1-2
5	4"	BW	2-1
6	4"	BW	1-1
7	4"	BW	1-1
8	4"	BW	1-3
9	4"	BW	3-1
10	4"	BW	1-1
11	4"	BW	1-1
12	4"	BW	1-1
13	4"	BW	1-1
14	4"	BW	1-1
15	4"	BW	1-1
16	4"	BW	1-2
17	4"	BW	2-1

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	4"	90	BISELADO	BISELADO
B	4"	1043	BISELADO	BISELADO
C	4"	6000	BISELADO	BISELADO
D	4"	6000	BISELADO	BISELADO
E	4"	332	BISELADO	BISELADO
F	4"	6000	BISELADO	BISELADO
G	4"	6000	BISELADO	BISELADO
H	4"	6000	BISELADO	BISELADO
I	4"	6000	BISELADO	BISELADO
J	4"	6000	BISELADO	BISELADO
K	4"	6000	BISELADO	BISELADO
L	4"	5246	BISELADO	BISELADO
M	4"	1862	BISELADO	BISELADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

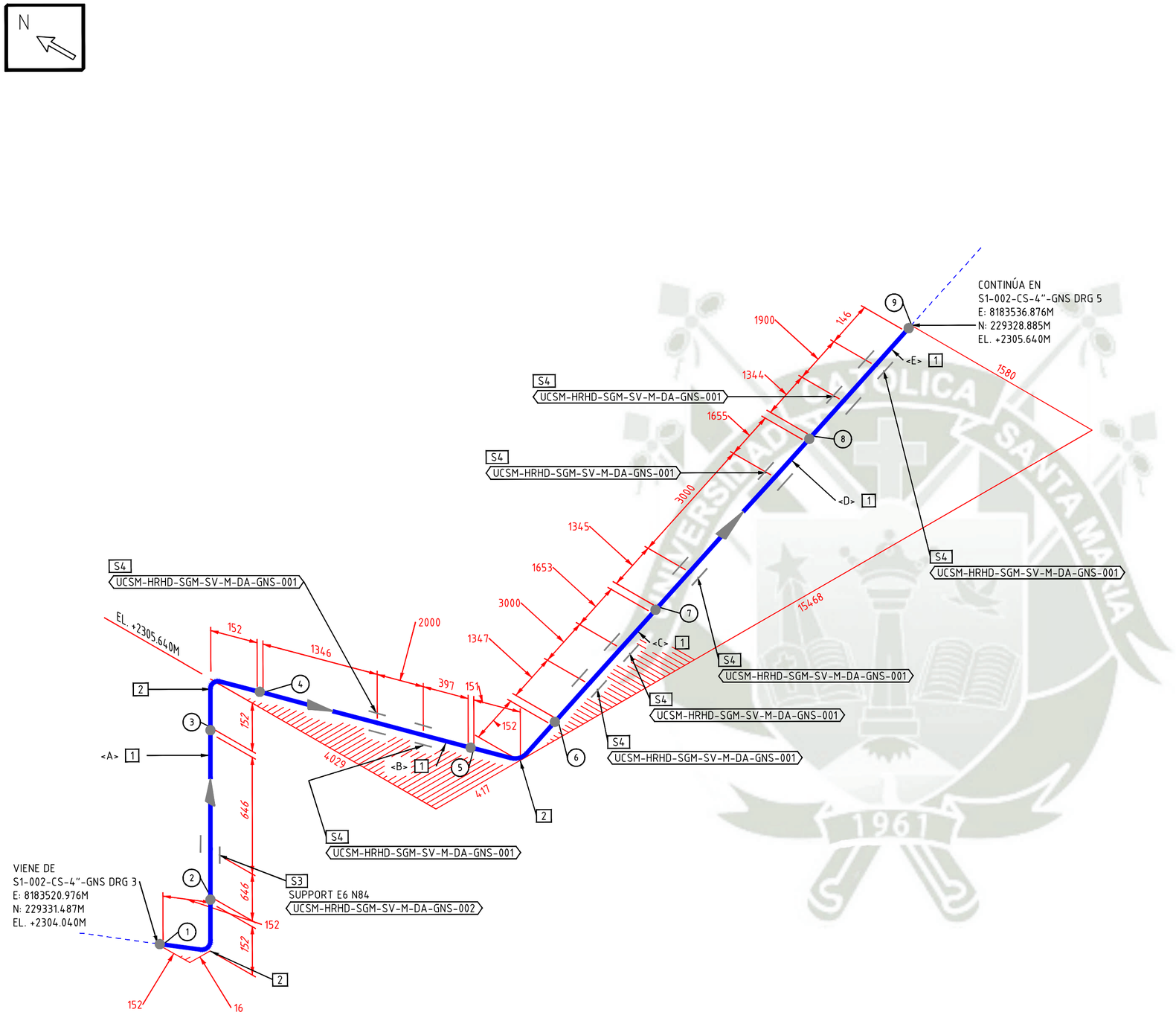
ID: 76

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE II: SISTEMA DE GAS NATURAL SECO
Desde ERMP hasta Transición S2-TR-01 (III)

Nº DE PLANO: HOJA 3 DE 7

UCSM-HRHD-SGM-S1-M-DA-GNS-009

S1-002-CS-4"-GNS | REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	4	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH40 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	20426 MM
ACCESORIOS			
2	4	CODO 90° SOLDABLE RL SCH40 ASTM A234 GR.WPB	3
SOPORTERÍA			
3	4	SOPORTE DE ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36 TIPO SP-06	1
4	4	SOPORTE DE ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36 TIPO SP-03	8

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN
1	4"	BW	1-2
2	4"	BW	2-1
3	4"	BW	1-2
4	4"	BW	2-1
5	4"	BW	1-2
6	4"	BW	2-1
7	4"	BW	1-1
8	4"	BW	1-1
9	4"	BW	1-2

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	4"	1293	BISELADO	BISELADO
B	4"	3743	BISELADO	BISELADO
C	4"	6000	BISELADO	BISELADO
D	4"	6000	BISELADO	BISELADO
E	4"	3390	BISELADO	BISELADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

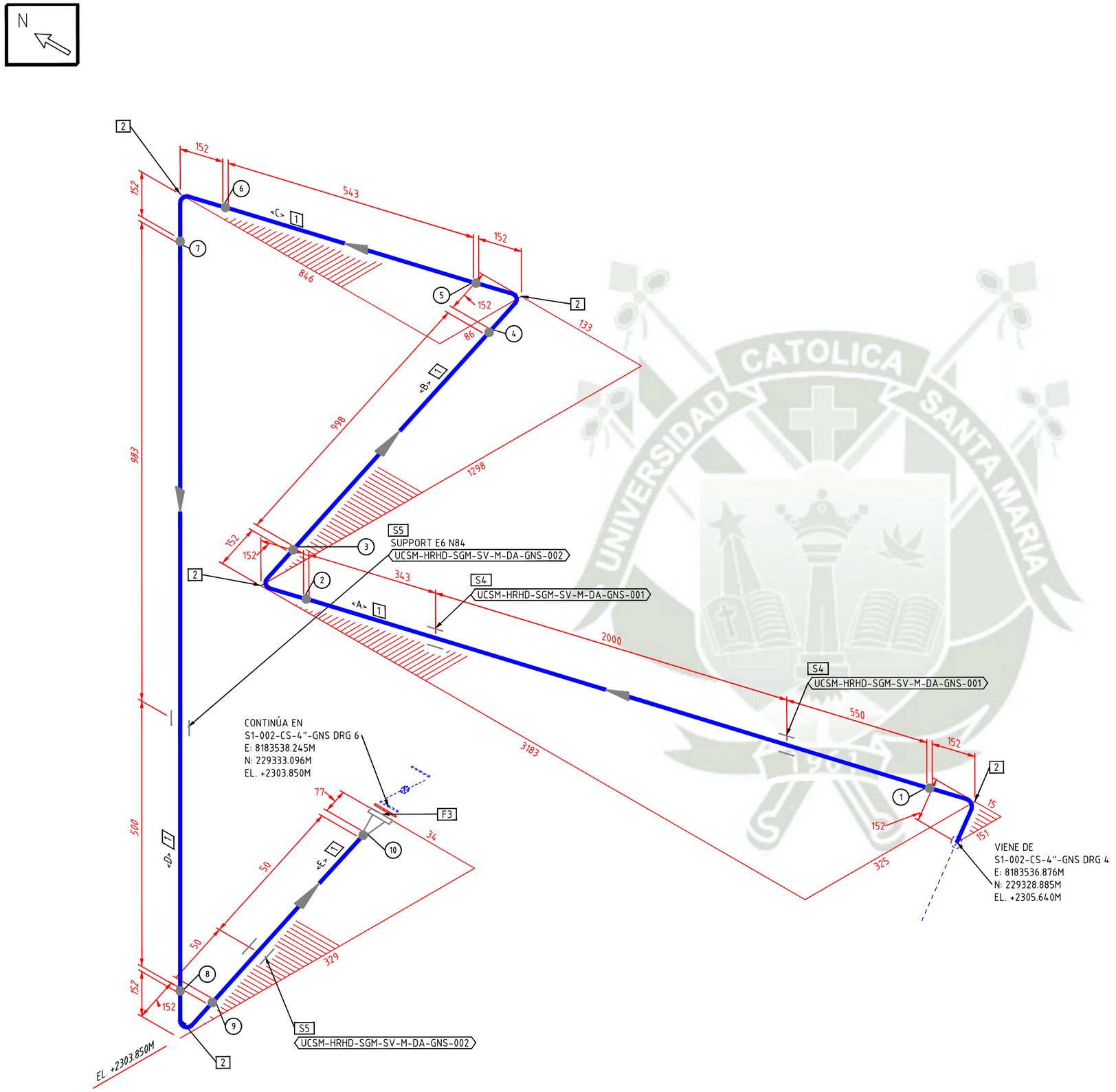
ID: 77

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE II: SISTEMA DE GAS NATURAL SECO
Desde ERMP hasta Transición S2-TR-01 (IV)

N° DE PLANO: HOJA 4 DE 7

UCSM-HRHD-SGM-S1-M-DA-GNS-010

S1-002-CS-4"-GNS | REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	4	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH40 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	6017 MM
ACCESORIOS			
2	4	CODO 90° SOLDABLE RL SCH40 ASTM A234 GR.WPB	5
BRIDAS			
3	4	BRIDA WELDING NECK CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	1
SOPORTERÍA			
4	4	SOPORTE DE ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36 TIPO SP-03	2
5	4	SOPORTE DE ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36 TIPO SP-06	2

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN
1	4"	BW	2-1
2	4"	BW	1-2
3	4"	BW	2-1
4	4"	BW	1-2
5	4"	BW	2-1
6	4"	BW	1-2
7	4"	BW	2-1
8	4"	BW	1-2
9	4"	BW	2-1
10	4"	BW	1-3

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	4"	2893	BISELADO	BISELADO
B	4"	998	BISELADO	BISELADO
C	4"	543	BISELADO	BISELADO
D	4"	1483	BISELADO	BISELADO
E	4"	100	BISELADO	BISELADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

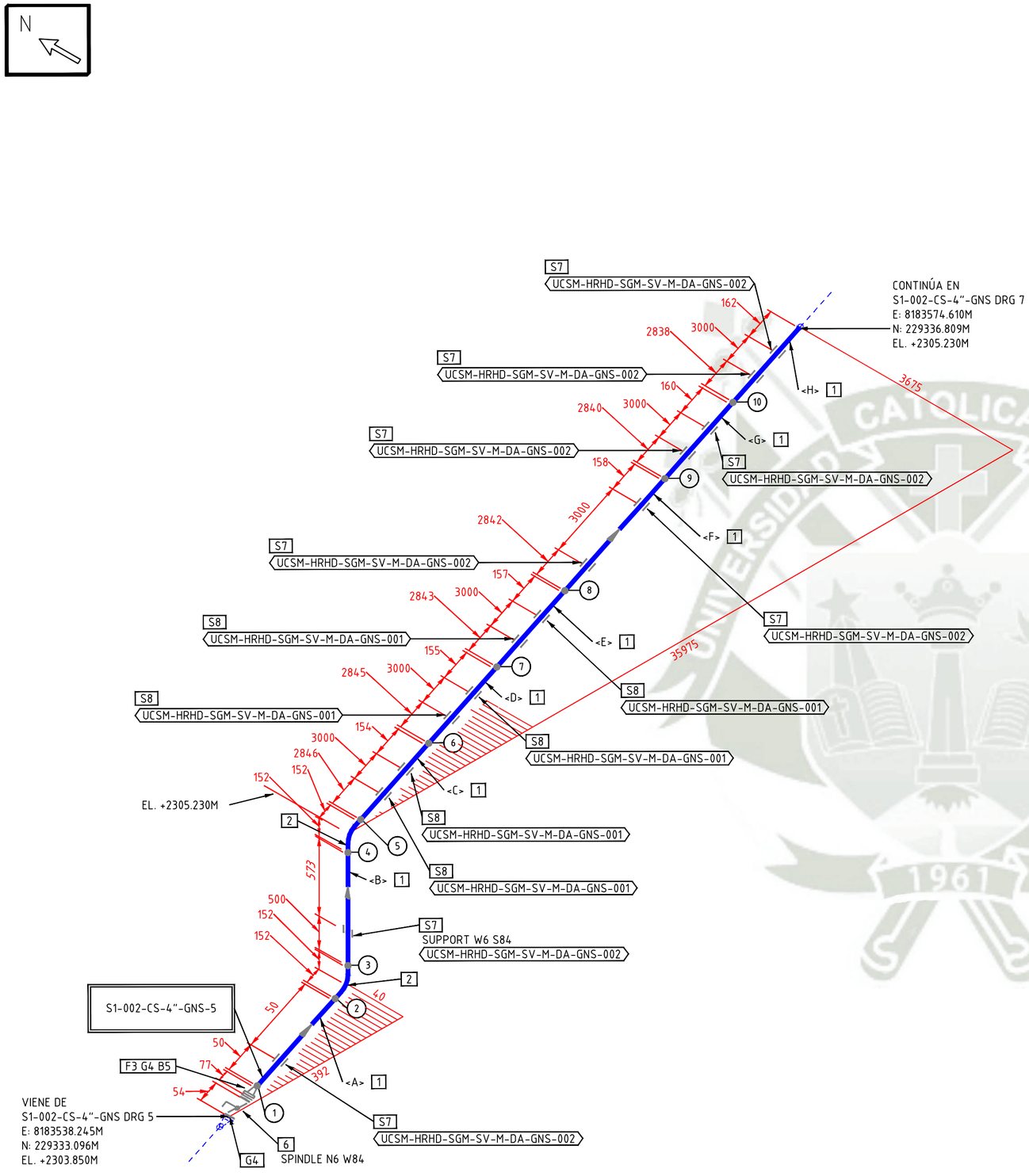
ID: 78

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE II: SISTEMA DE GAS NATURAL SECO
Desde ERMP hasta Transición S2-TR-01 (V)

N° DE PLANO: HOJA 5 DE 7

UCSM-HRHD-SGM-S1-M-DA-GNS-011

S1-002-CS-4"-GNS | REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	4	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH40 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	37173 MM
ACCESORIOS			
2	4	CODO 90° SOLDABLE RL SCH40 ASTM A234 GR.WPB	2
BRIDAS			
3	4	BRIDA WELDING NECK CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	1
EMPAQUETADURAS			
4	4	EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	2
PERNERÍA			
5	5/8	(8) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436 (131 MM LG)	1
VALVULAS / ELEMENTOS EN LÍNEA			
6	4	VÁLVULA DE MARIPOSA 1/4 DE VUELTA TIPO WAFER CLASE 150 LO	1
SOPORTERÍA			
7	4	SOPORTE DE ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36 TIPO SP-06	8
8	4	SOPORTE DE ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36 TIPO SP-02	6

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN
1	4"	BW	3-1
2	4"	BW	1-2
3	4"	BW	2-1
4	4"	BW	1-2
5	4"	BW	2-1
6	4"	BW	1-1
7	4"	BW	1-1
8	4"	BW	1-1
9	4"	BW	1-1
10	4"	BW	1-1

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	4"	100	BISELADO	BISELADO
B	4"	1073	BISELADO	BISELADO
C	4"	6000	BISELADO	BISELADO
D	4"	6000	BISELADO	BISELADO
E	4"	6000	BISELADO	BISELADO
F	4"	6000	BISELADO	BISELADO
G	4"	6000	BISELADO	BISELADO
H	4"	6000	BISELADO	BISELADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

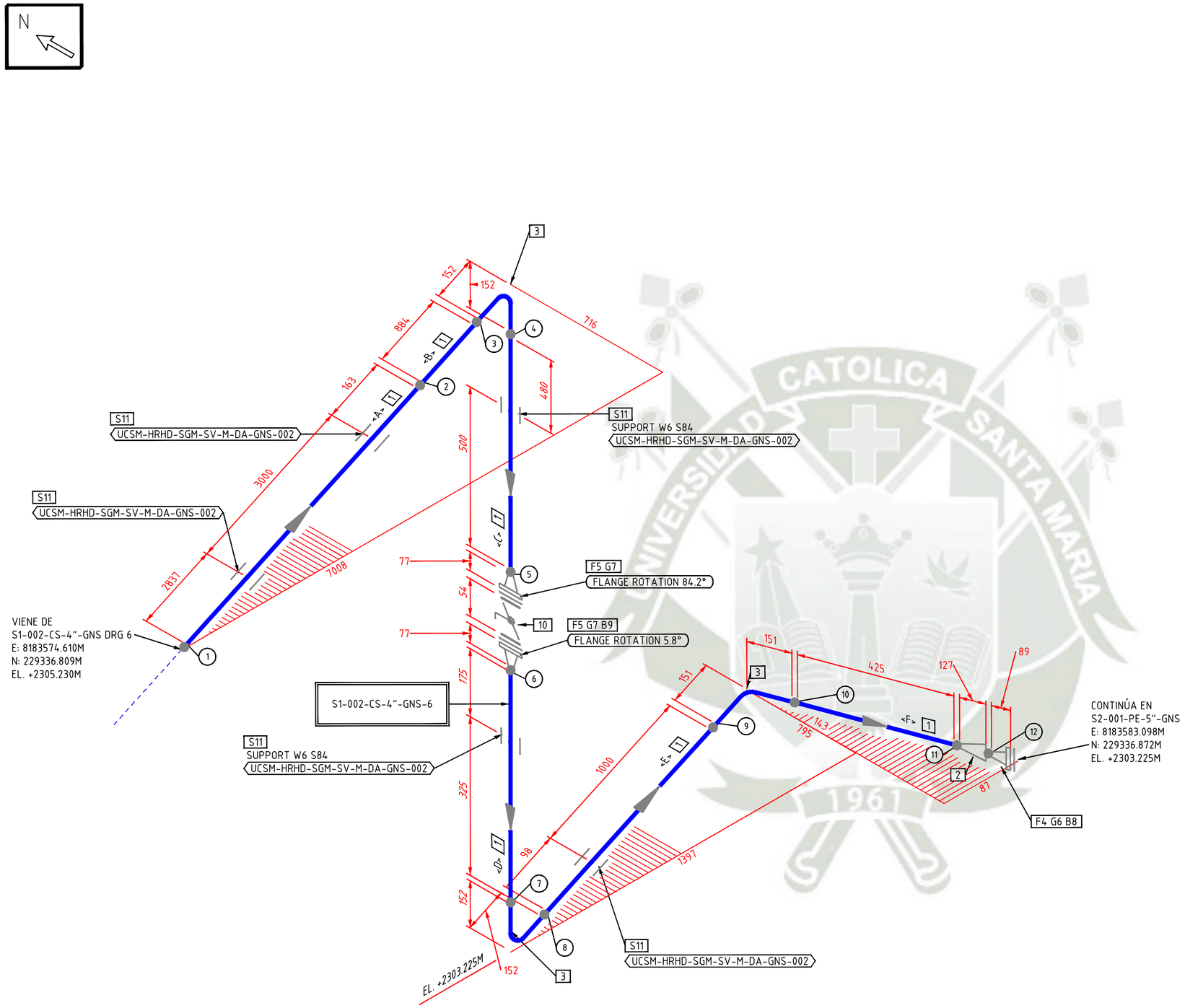
ID: 79

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE II: SISTEMA DE GAS NATURAL SECO
Desde ERMP hasta Transición S2-TR-01 (VI)

N° DE PLANO: HOJA 6 DE 7

UCSM-HRHD-SGM-S1-M-DA-GNS-012

S1-002-CS-4"-GNS | REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	4	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH40 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	9887 MM
ACCESORIOS			
2	5X4	REDUCCIÓN CONCÉNTRICA SOLDABLE ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	1
3	4	CODO 90° SOLDABLE RL SCH40 ASTM A234 GR.WPB	3
BRIDAS			
4	5	BRIDA WELDING NECK CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	1
5	4	BRIDA WELDING NECK CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	2
EMPAQUETADURAS			
6	5	EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	1
7	4	EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	2
PERNERÍA			
8	3/4	(8) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436 (103 MM LG)	1
9	5/8	(8) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436 (131 MM LG)	1
VALVULAS / ELEMENTOS EN LÍNEA			
10	4	VÁLVULA DE MARIPOSA 1/4 DE VUELTA TIPO WAFER CLASE 150 LO	1
SOPORTERÍA			
11	4	SOPORTE DE ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36 TIPO SP-06	5

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN
1	4"	BW	1-1
2	4"	BW	1-1
3	4"	BW	1-3
4	4"	BW	3-1
5	4"	BW	1-5
6	4"	BW	5-1
7	4"	BW	1-3
8	4"	BW	3-1
9	4"	BW	1-3
10	4"	BW	3-1
11	4"	BW	1-2
12	5"	BW	2-4

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	4"	6000	BISELADO	BISELADO
B	4"	884	BISELADO	BISELADO
C	4"	980	BISELADO	BISELADO
D	4"	500	BISELADO	BISELADO
E	4"	1098	BISELADO	BISELADO
F	4"	425	BISELADO	BISELADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

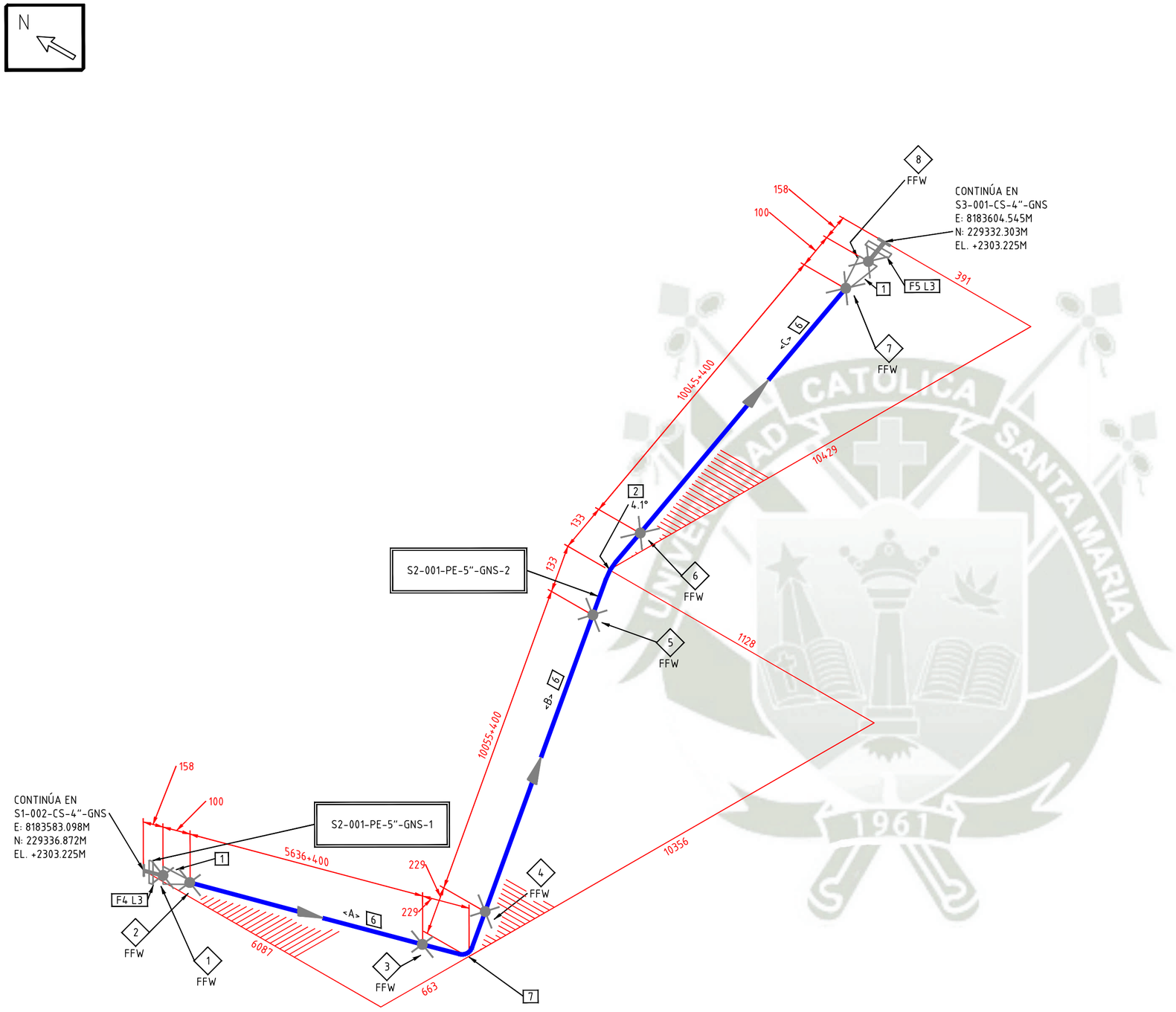
ID: 80

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE II: SISTEMA DE GAS NATURAL SECO
Desde ERMP hasta Transición S2-TR-01 (VII)

N° DE PLANO: HOJA 7 DE 7

UCSM-HRHD-SGM-S1-M-DA-GNS-013

S1-002-CS-4"-GNS | REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
ACCESORIOS			
1	6X5	REDUCCIÓN CONCÉNTRICA (Ø140XØ125) HDPE SDR11 PE100	2
2	5	TRIMMED TRAMO DE TUBERÍA CURVA 30D TF HDPE SDR11 PE100 (4.07)	1
BRIDAS			
3	5	STUB END (Ø140MM) TF HDPE SDR11 PE100	2
4	5	BRIDA LAP JOINT (Ø140MM) CLASE 150 FF ASTM A105 ANSI B16.5	1
5	5	BRIDA LAP JOINT CLASE 150 FF ASTM A105 ANSI B16.5	1
MATERIALES DE MONTAJE			
TUBERÍAS			
6	5	TUBERÍA DE HDPE SDR11 PE100 ISO 4427	26936 MM
ACCESORIOS			
7	5	CODO 90° TF HDPE SDR11 PE100	1

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN
1	6"	BW	3-1
2	5"	BW	1-6
3	5"	BW	6-7
4	5"	BW	7-6
5	5"	BW	6-2
6	5"	BW	2-6
7	5"	BW	6-1
8	6"	BW	1-3

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	5"	6036	C. RECTO	C. RECTO
B	5"	10455	C. RECTO	C. RECTO
C	5"	10445	C. RECTO	C. RECTO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

ID: 81

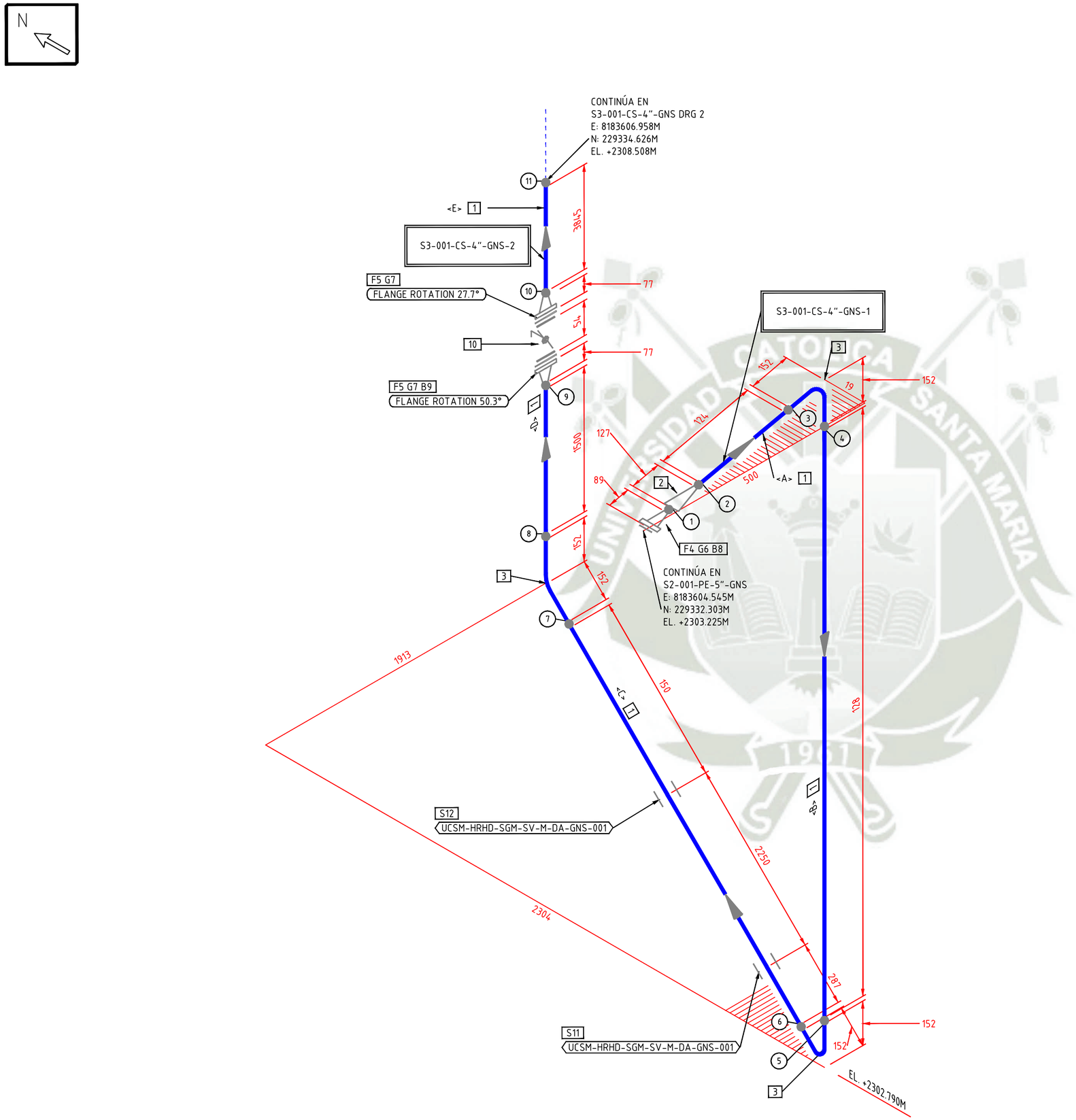
SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE II: SISTEMA DE GAS NATURAL SECO
Desde Transición S2-TR-01 hasta Transición S3-TR-01

N° DE PLANO: HOJA 1 DE 1

UCSM-HRHD-SGM-S2-M-DA-GNS-001

S2-001-PE-5"-GNS

REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	4	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH40 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	8284 MM
ACCESORIOS			
2	5X4	REDUCCIÓN CONCÉNTRICA SOLDABLE ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	1
3	4	CODO 90° SOLDABLE RL SCH40 ASTM A234 GR.WPB	3
BRIDAS			
4	5	BRIDA WELDING NECK CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	1
5	4	BRIDA WELDING NECK CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	2
EMPAQUETADURAS			
6	5	EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	1
7	4	EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	2
PERNERÍA			
8	3/4	(8) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436 (103 MM LG)	1
9	5/8	(8) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436 (131 MM LG)	1
VALVULAS / ELEMENTOS EN LÍNEA			
10	4	VÁLVULA DE MARIPOSA 1/4 DE VUELTA TIPO WAFER CLASE 150 LO	1
SOPORTERÍA			
11	4	SOPORTE DE ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36 TIPO SP-03	1
12	4	SOPORTE DE ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36 TIPO SP-04	1

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN
1	5"	BW	4-2
2	4"	BW	2-1
3	4"	BW	1-3
4	4"	BW	3-1
5	4"	BW	1-3
6	4"	BW	3-1
7	4"	BW	1-3
8	4"	BW	3-1
9	4"	BW	1-5
10	4"	BW	5-1
11	4"	BW	1-3

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	4"	124	BISELADO	BISELADO
B	4"	128	BISELADO	BISELADO
C	4"	2687	BISELADO	BISELADO
D	4"	1500	BISELADO	BISELADO
E	4"	3845	BISELADO	BISELADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

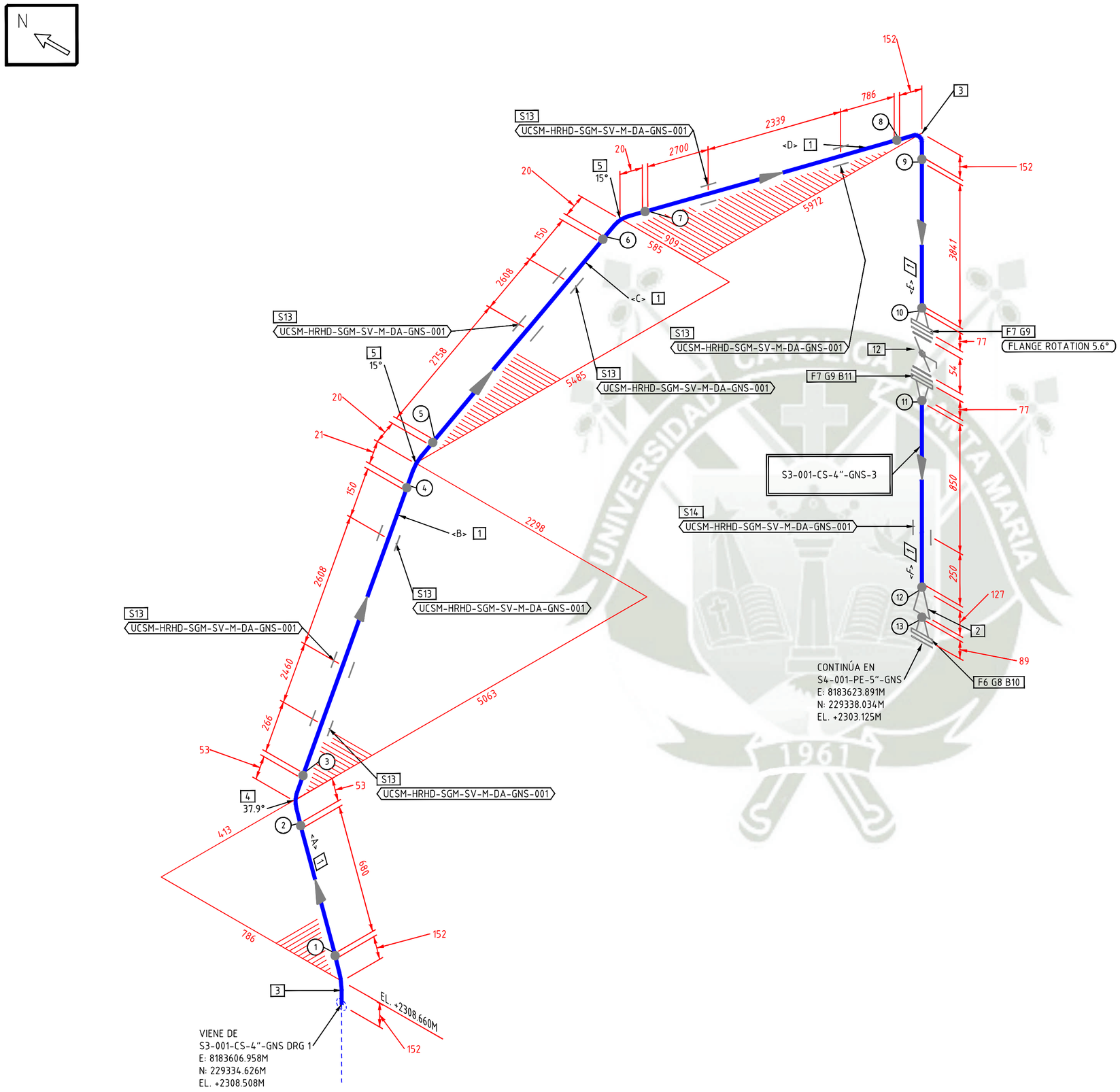
ID: 82

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE II: SISTEMA DE GAS NATURAL SECO
Desde Transición S3-TR-01 hasta Transición S4-TR-01 (I)

Nº DE PLANO: HOJA 1 DE 2

UCSM-HRHD-SGM-S3-M-DA-GNS-001

S3-001-CS-4"-GNS | REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	4	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH40 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	22445 MM
ACCESORIOS			
2	5X4	REDUCCIÓN CONCÉNTRICA SOLDABLE ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	1
3	4	CODO 90° SOLDABLE RL SCH40 ASTM A234 GR.WPB	2
4	4	TRIMMED CODO 45° SOLDABLE SCH40 ASTM A234 GR.WPB (37.87)	1
5	4	TRIMMED CODO 45° SOLDABLE SCH40 ASTM A234 GR.WPB (15.00)	2
BRIDAS			
6	5	BRIDA WELDING NECK CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	1
7	4	BRIDA WELDING NECK CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	2
EMPAQUETADURAS			
8	5	EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	1
9	4	EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	2
PERNERÍA			
10	3/4	(8) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436 (103 MM LG)	1
11	5/8	(8) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436 (131 MM LG)	1
VALVULAS / ELEMENTOS EN LÍNEA			
12	4	VÁLVULA DE MARIPOSA 1/4 DE VUELTA TIPO WAFER CLASE 150 LO	1
SOPORTERÍA			
13	4	SOPORTE DE ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36 TIPO SP-03	7
14	4	SOPORTE DE ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36 TIPO SP-04	1

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN
1	4"	BW	3-1
2	4"	BW	1-4
3	4"	BW	4-1
4	4"	BW	1-5
5	4"	BW	5-1
6	4"	BW	1-5
7	4"	BW	5-1
8	4"	BW	1-3
9	4"	BW	3-1
10	4"	BW	1-7
11	4"	BW	7-1
12	4"	BW	1-2
13	5"	BW	2-6

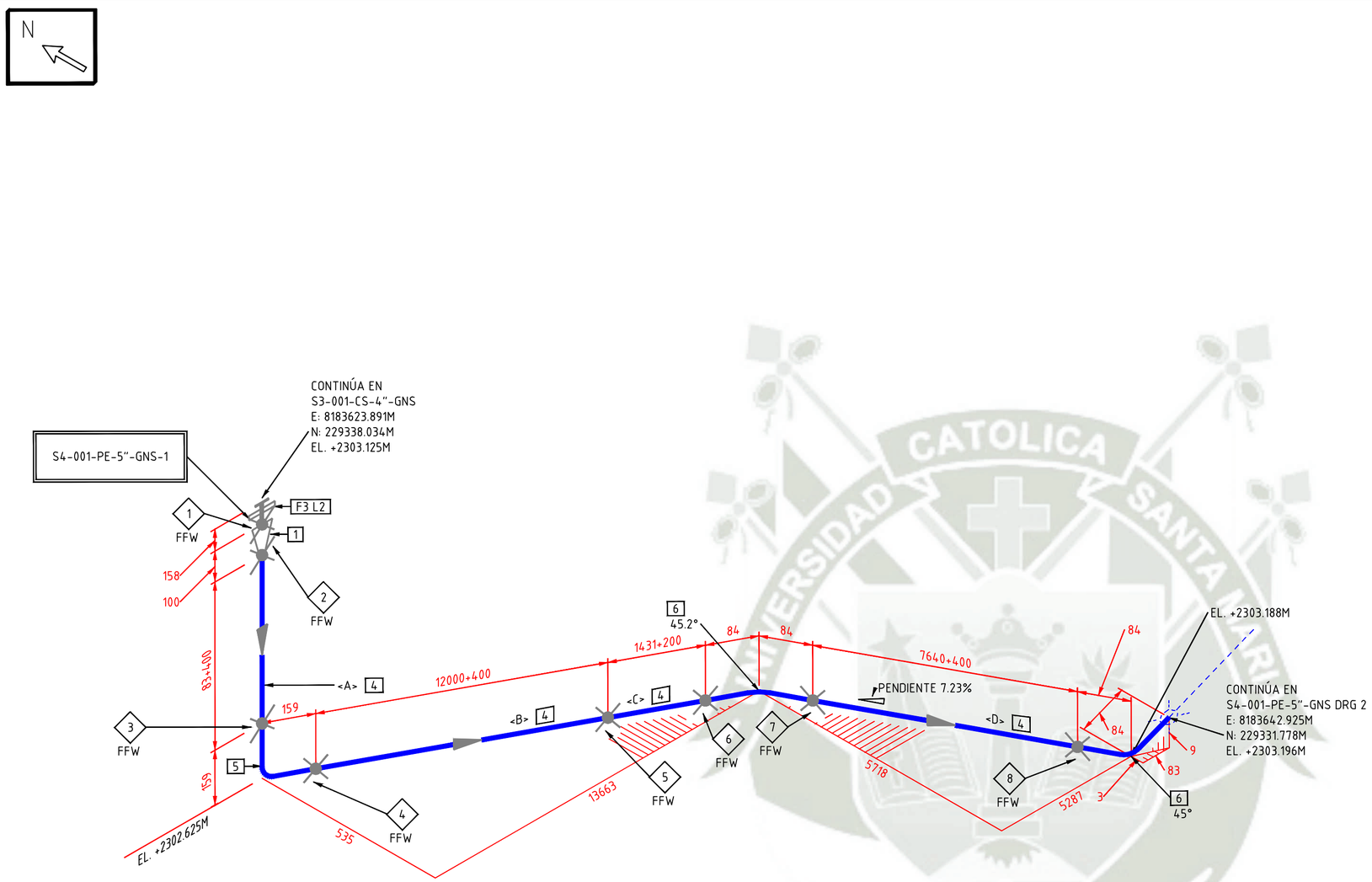
LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	4"	679	BISELADO	BISELADO
B	4"	5484	BISELADO	BISELADO
C	4"	5516	BISELADO	BISELADO
D	4"	5825	BISELADO	BISELADO
E	4"	3841	BISELADO	BISELADO
F	4"	1100	BISELADO	BISELADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA	SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO FASE II: SISTEMA DE GAS NATURAL SECO Desde Transición S3-TR-01 hasta Transición S4-TR-01 (II)	N° DE PLANO: HOJA 2 DE 2
ID: 83		UCSM-HRHD-SGM-S3-M-DA-GNS-002
		S3-001-CS-4"-GNS REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
ACCESORIOS			
1	6X5	REDUCCIÓN CONCÉNTRICA (Ø140XØ125) HDPE SDR11 PE100	1
BRIDAS			
2	5	STUB END (Ø140MM) TF HDPE SDR11 PE100	1
3	5	BRIDA LAP JOINT (Ø140MM) CLASE 150 FF ASTM A105 ANSI B16.5	1
MATERIALES DE MONTAJE			
TUBERÍAS			
4	5	TUBERÍA DE HDPE SDR11 PE100 ISO 4427	22554 MM
ACCESORIOS			
5	5	CODO 90° TF HDPE SDR11 PE100	1
6	5	CODO 45° TF HDPE SDR11 PE100	2

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN
1	6"	BW	2-1
2	5"	BW	1-4
3	5"	BW	4-5
4	5"	BW	5-4
5	5"	BW	4-4
6	5"	BW	4-6
7	5"	BW	6-4
8	5"	BW	4-6

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	5"	483	C. RECTO	C. RECTO
B	5"	12400	C. RECTO	C. RECTO
C	5"	1631	BISELADO	C. RECTO
D	5"	8040	C. RECTO	C. RECTO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

ID: 84

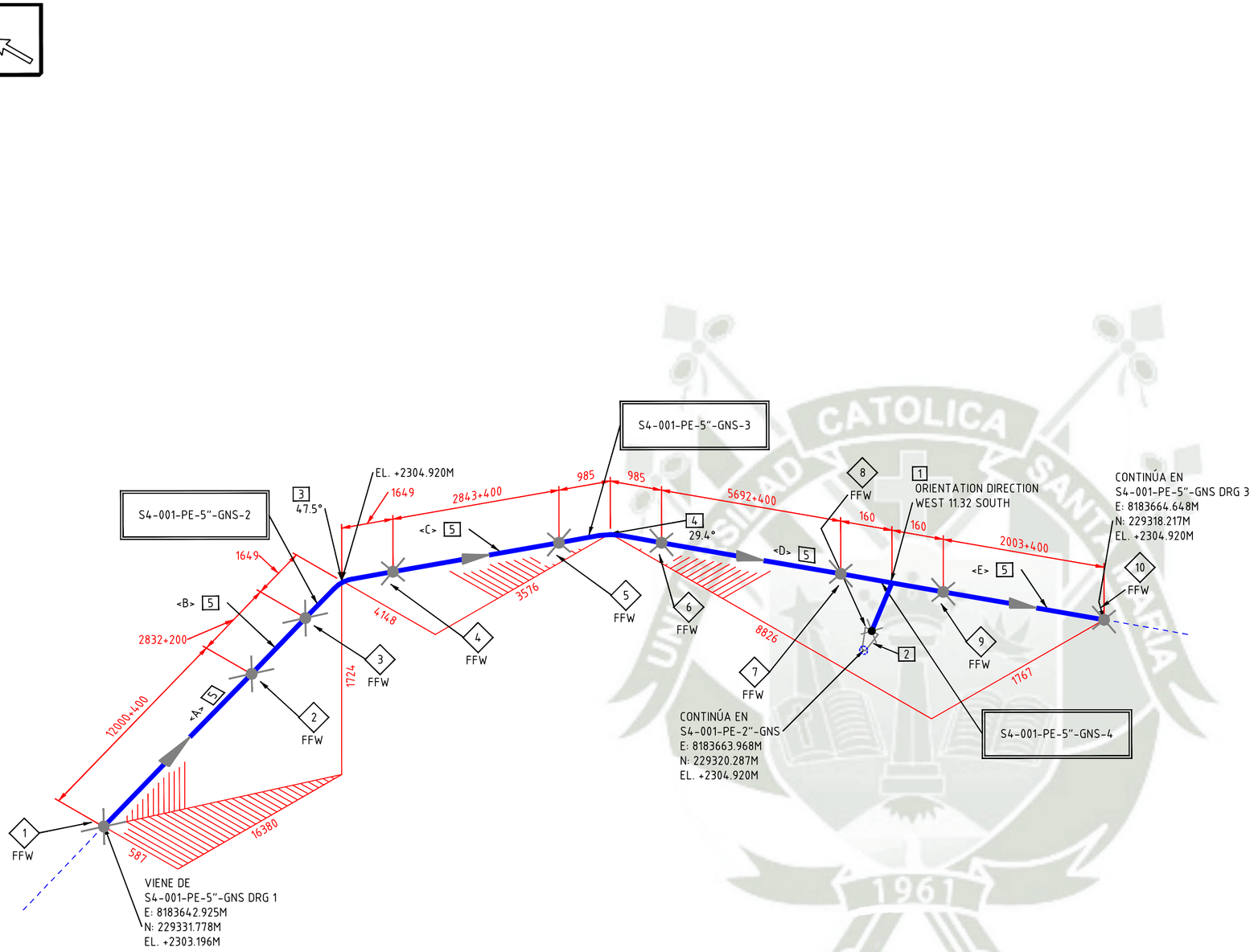
SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE II: SISTEMA DE GAS NATURAL SECO
Desde Transición S4-TR-01 hasta Transición CF-TR-01 (I)

N° DE PLANO: HOJA 1 DE 3

UCSM-HRHD-SGM-S4-M-DA-GNS-001

S4-001-PE-5"-GNS

REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
ACCESORIOS			
1	5X5	TEE HDPE TF SDR 11 PE100	1
2	5X2	REDUCCIÓN CONCÉNTRICA (Ø140XØ125) HDPE SDR11 PE100	1
3	5	TRIMMED TRAMO DE TUBERÍA CURVA 30D TF HDPE SDR11 PE100 (47.47)	1
4	5	TRIMMED TRAMO DE TUBERÍA CURVA 30D TF HDPE SDR11 PE100 (29.44)	1
MATERIALES DE MONTAJE			
TUBERÍAS			
5	5	TUBERÍA DE HDPE SDR11 PE100 ISO 4427	27170 MM

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN
1	5"	BW	×-5
2	5"	BW	5-5
3	5"	BW	5-3
4	5"	BW	3-5
5	5"	BW	5-4
6	5"	BW	4-5
7	5"	BW	5-1
8	5"	BW	1-2
9	5"	BW	1-5
10	5"	BW	5-×

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	5"	12400	C. RECTO	C. RECTO
B	5"	3032	BISELADO	C. RECTO
C	5"	3243	C. RECTO	C. RECTO
D	5"	6092	C. RECTO	C. RECTO
E	5"	2403	C. RECTO	C. RECTO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

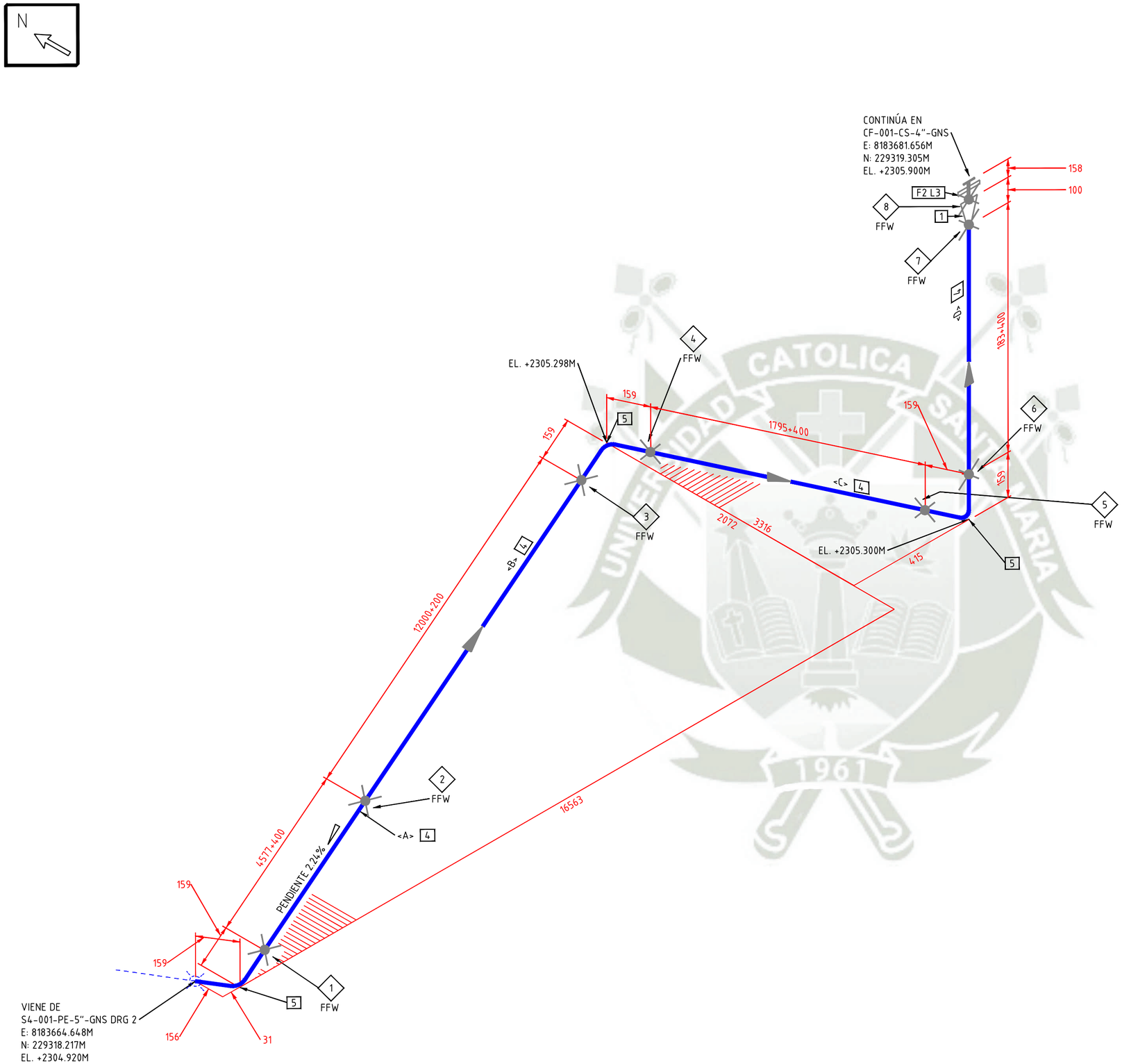
ID: 85

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE II: SISTEMA DE GAS NATURAL SECO
Desde Transición S4-TR-01 hasta Transición CF-TR-01 (II)

N° DE PLANO: HOJA 2 DE 3

UCSM-HRHD-SGM-S4-M-DA-GNS-002

S4-001-PE-5"-GNS | REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
ACCESORIOS			
1	6X5	REDUCCIÓN CONCÉNTRICA (Ø140XØ125) HDPE SDR11 PE100	1
BRIDAS			
2	5	BRIDA LAP JOINT (Ø140MM) CLASE 150 FF ASTM A105 ANSI B16.5	1
3	5	STUB END (Ø140MM) TF HDPE SDR11 PE100	1
MATERIALES DE MONTAJE			
TUBERÍAS			
4	5	TUBERÍA DE HDPE SDR11 PE100 ISO 4427	19955 MM
ACCESORIOS			
5	5	CODO 90° TF HDPE SDR11 PE100	3

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN
1	5"	BW	5-4
2	5"	BW	4-4
3	5"	BW	4-5
4	5"	BW	5-4
5	5"	BW	4-5
6	5"	BW	5-4
7	5"	BW	4-1
8	6"	BW	1-3

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	5"	4977	C. RECTO	BISELADO
B	5"	12200	BISELADO	C. RECTO
C	5"	2195	C. RECTO	C. RECTO
D	5"	583	C. RECTO	C. RECTO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

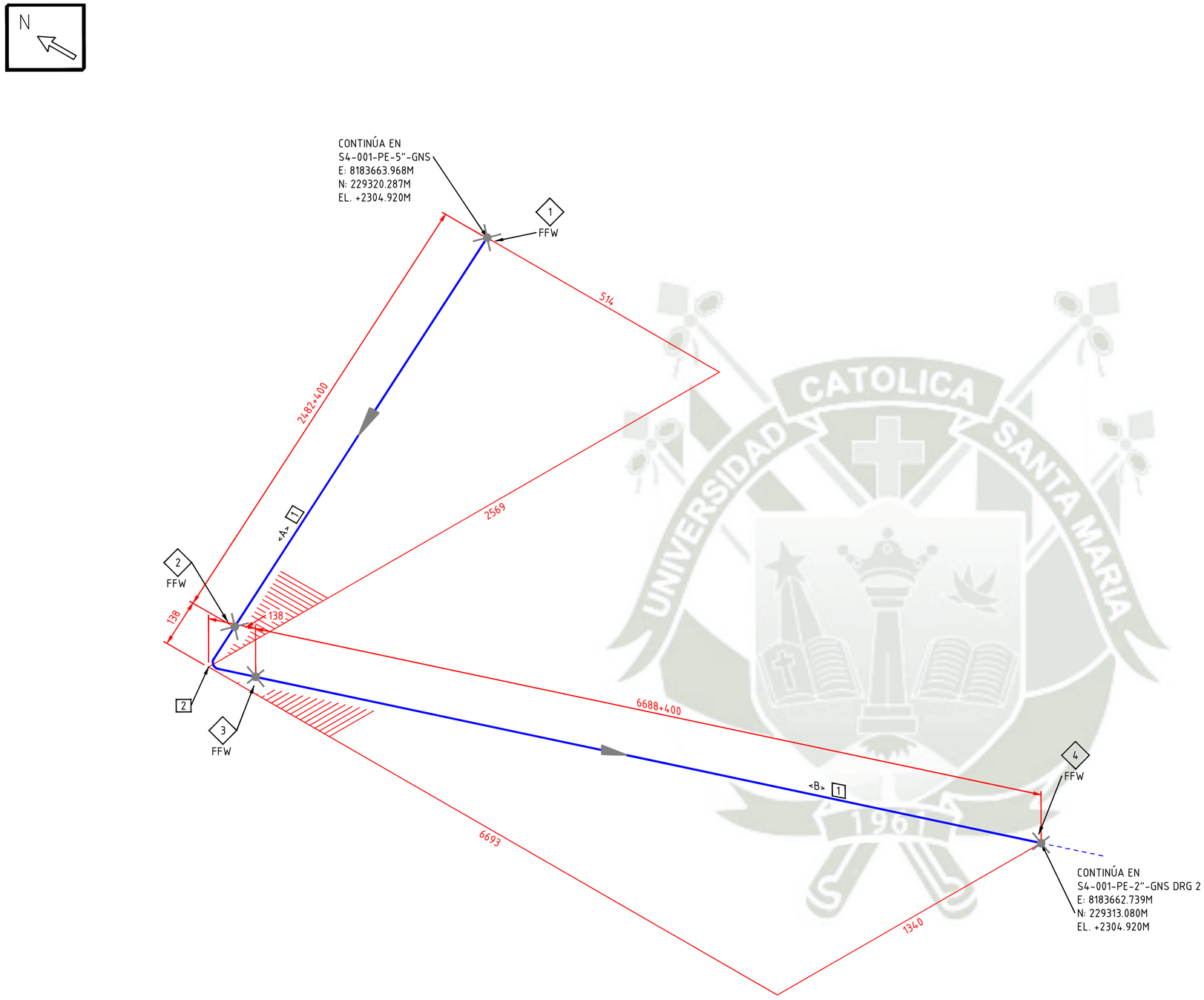
ID: 86

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE II: SISTEMA DE GAS NATURAL SECO
Desde Transición S4-TR-01 hasta Transición CF-TR-01 (III)

N° DE PLANO: HOJA 3 DE 3

UCSM-HRHD-SGM-S4-M-DA-GNS-003

S4-001-PE-5"-GNS | REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE MONTAJE			
TUBERÍAS			
1	2	TUBERÍA DE HDPE SDR11 PE100 ISO 4427	9970 MM
ACCESORIOS			
2	2	CODO 90° TF HDPE SDR11 PE100	1

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN
1	2"	BW	x-1
2	2"	BW	1-2
3	2"	BW	2-1
4	2"	BW	1-2

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	2"	2882	C. RECTO	C. RECTO
B	2"	7088	C. RECTO	C. RECTO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

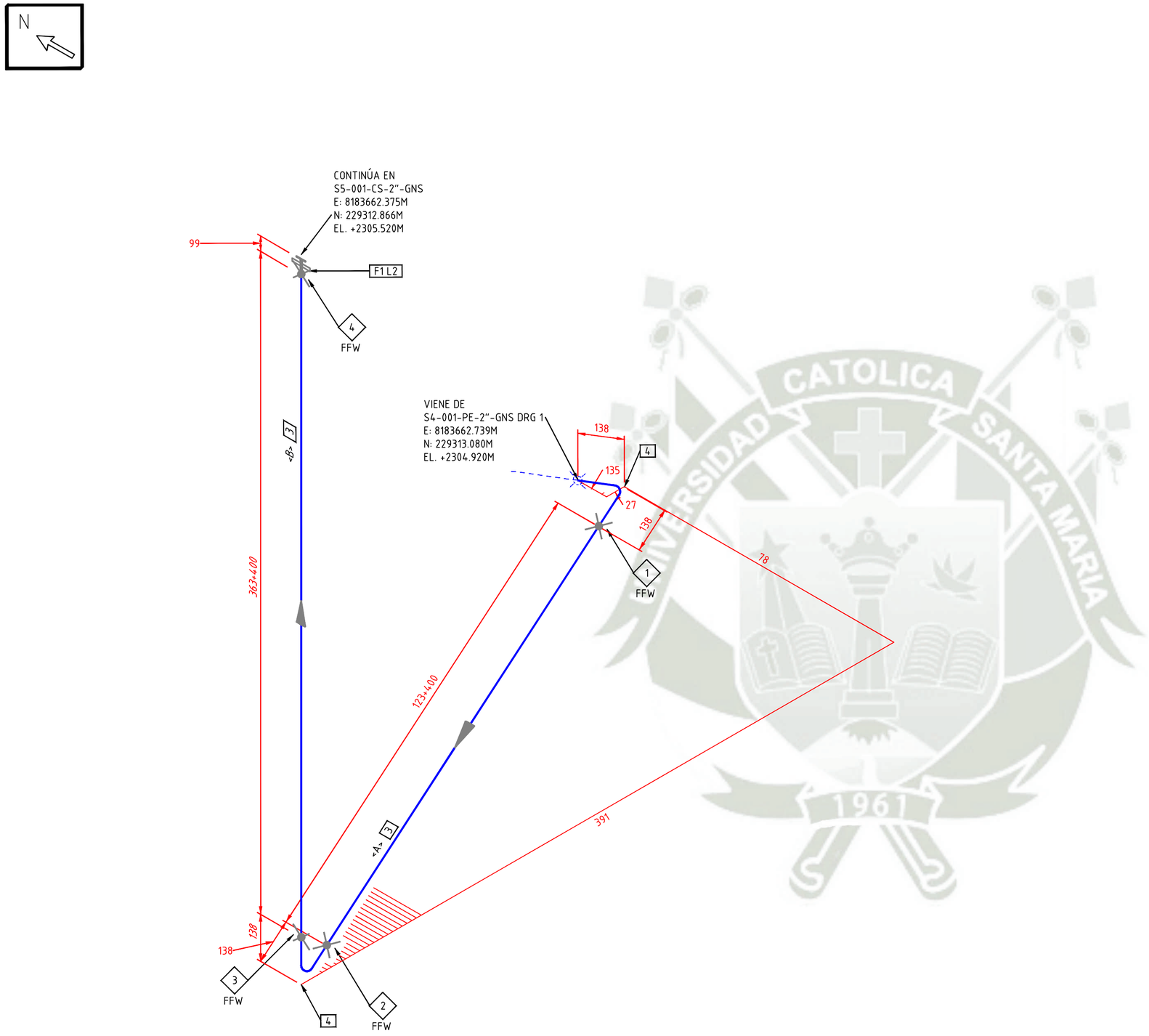
ID: 87

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE II: SISTEMA DE GAS NATURAL SECO
Desde Tee HDPE hasta Transición S5-TR-01 (I)

N° DE PLANO: HOJA 1 DE 2

UCSM-HRHD-SGM-S4-M-DA-GNS-004

S4-001-PE-2"-GNS | REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
BRIDAS			
1	2	BRIDA LAP JOINT CLASE 150 FF ASTM A105 ANSI B16.5	1
2	2	STUB END TF HDPE SDR11 PE100	1
MATERIALES DE MONTAJE			
TUBERÍAS			
3	2	TUBERÍA DE HDPE SDR11 PE100 ISO 4427	1286 MM
ACCESORIOS			
4	2	CODO 90° TF HDPE SDR11 PE100	2

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN
1	2"	BW	4-3
2	2"	BW	3-4
3	2"	BW	4-3
4	2"	BW	3-2

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	2"	523	C. RECTO	C. RECTO
B	2"	763	C. RECTO	C. RECTO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

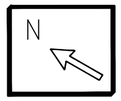
ID: 88

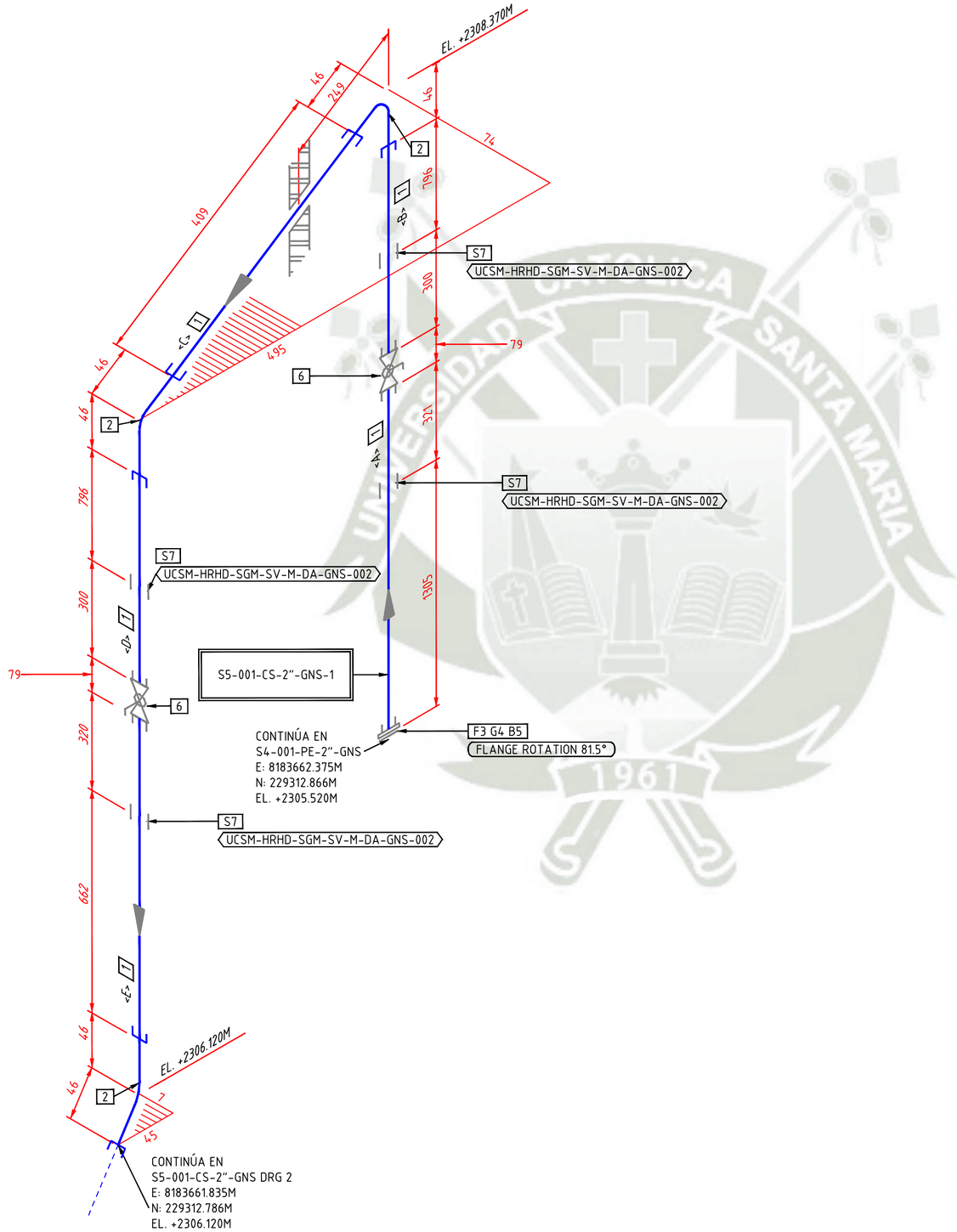
SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE II: SISTEMA DE GAS NATURAL SECO
Desde Tee HDPE hasta Transición S5-TR-01 (II)

N° DE PLANO: HOJA 2 DE 2

UCSM-HRHD-SGM-S4-M-DA-GNS-005

S4-001-PE-2"-GNS | REV. B





LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	2	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	5184 MM
ACCESORIOS			
2	2	CODO 90° ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	3
BRIDAS			
3	2	BRIDA ROSCADA CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	1
EMPAQUETADURAS			
4	2	EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	1
PERNERÍA			
5	5/8	(4) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436 (83 MM LG)	1
VALVULAS / ELEMENTOS EN LÍNEA			
6	2	VALVULA DE BOLA 1/4 DE VUELTA CON EXTREMOS ROSCADOS CLASE 800LB	2
SOPORTERÍA			
7	2	SOPORTE DE ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36 TIPO SP-06	4

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	2"	1600	ROSCADO	ROSCADO
B	2"	1096	ROSCADO	ROSCADO
C	2"	409	ROSCADO	ROSCADO
D	2"	1096	ROSCADO	ROSCADO
E	2"	983	ROSCADO	ROSCADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

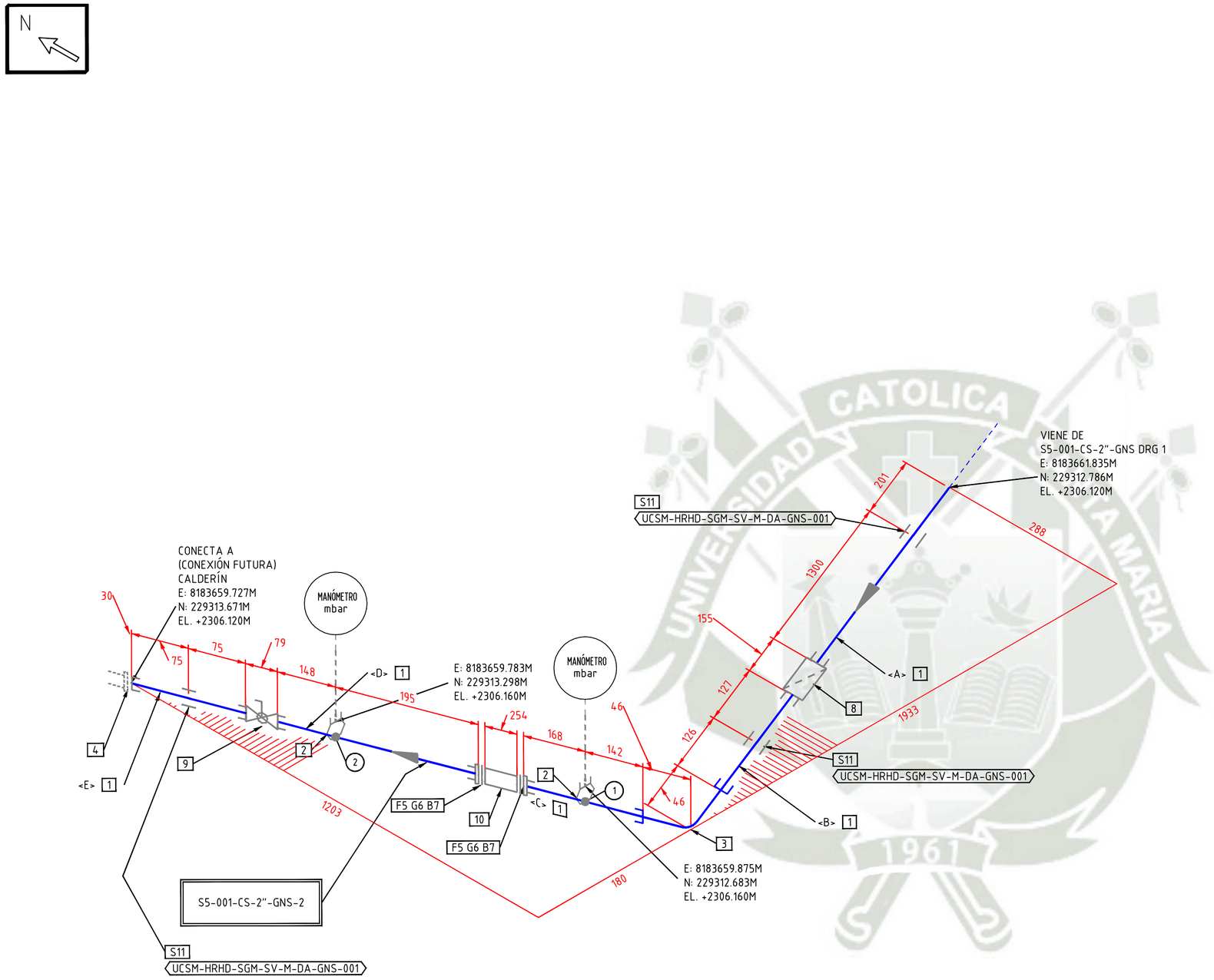
ID: 89

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE II: SISTEMA DE GAS NATURAL SECO
Desde Transición S5-TR-01 hasta Calderín (I)

Nº DE PLANO: HOJA 1 DE 2

UCSM-HRHD-SGM-S5-M-DA-GNS-001

S5-001-CS-2"-GNS REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	2	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	2504 MM
ACCESORIOS			
2	2X1/4	THRD-O-LET, THRD, 3000LB, ASTM A105	2
3	2	CODO 90° ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	1
4	2	TAPÓN ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105	1
BRIDAS			
5	2	BRIDA ROSCADA CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	2
EMPAQUETADURAS			
6	2	EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	2
PERNERÍA			
7	5/8	(4) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436 (83 MM LG)	2
VALVULAS / ELEMENTOS EN LÍNEA			
8	2	FILTRO TIPO Y EXTREMOS ROSCADOS CLASE 800LB	1
9	2	VALVULA DE BOLA 1/4 DE VUELTA CON EXTREMOS ROSCADOS CLASE 800LB	1
INSTRUMENTACIÓN			
10	2	REGULADOR DE PRESIÓN DE DIAFRAGMA EXTREMOS BRIDADOS Ø2" CLASE 150 RF	1
SOPORTERÍA			
11	2	SOPORTE DE ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36 TIPO SP-03	3

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN
1	1/4"	LET	1-2
2	1/4"	LET	1-2

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	2"	1500	ROSCADO	ROSCADO
B	2"	253	ROSCADO	ROSCADO
C	2"	284	ROSCADO	ROSCADO
D	2"	317	ROSCADO	ROSCADO
E	2"	150	ROSCADO	ROSCADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

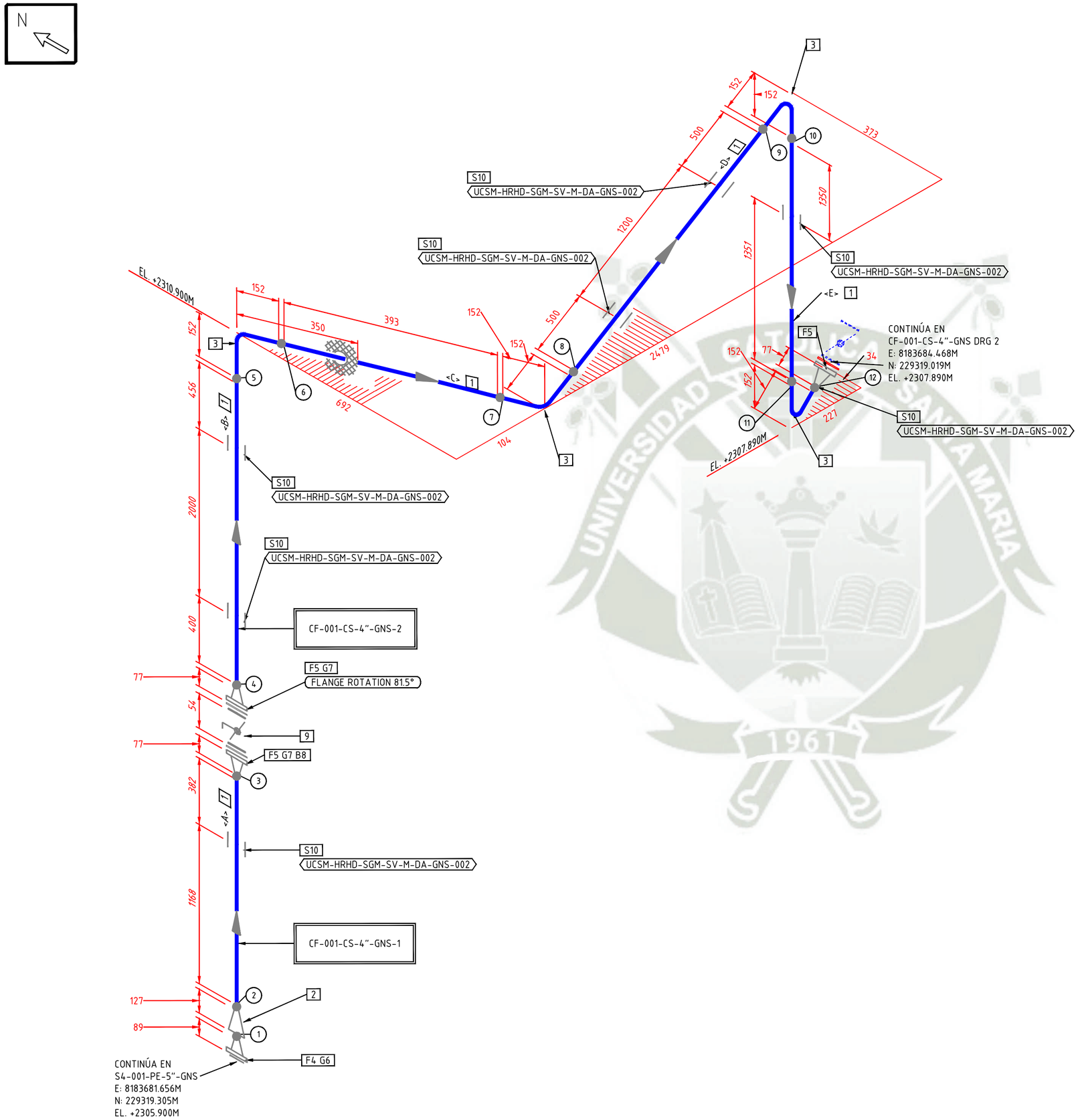
SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE II: SISTEMA DE GAS NATURAL SECO
Desde Transición S5-TR-01 hasta Calderín (II)

ID: 90

N° DE PLANO: HOJA 2 DE 2

UCSM-HRHD-SGM-S5-M-DA-GNS-002

S5-001-CS-2"-GNS | REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	4	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH40 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	9701 MM
ACCESORIOS			
2	5X4	REDUCCIÓN CONCÉNTRICA SOLDABLE ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	1
3	4	CODO 90° SOLDABLE RL SCH40 ASTM A234 GR.WPB	4
BRIDAS			
4	5	BRIDA WELDING NECK CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	1
5	4	BRIDA WELDING NECK CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	3
EMPAQUETADURAS			
6	5	EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	1
7	4	EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	2
PERNERÍA			
8	5/8	(8) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436 (131 MM LG)	1
VALVULAS / ELEMENTOS EN LÍNEA			
9	4	VÁLVULA DE MARIPOSA 1/4 DE VUELTA TIPO WAFER CLASE 150 LO	1
SOPORTERÍA			
10	4	SOPORTE DE ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36 TIPO SP-06	7

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN
1	5"	BW	4-2
2	4"	BW	2-1
3	4"	BW	1-5
4	4"	BW	5-1
5	4"	BW	1-3
6	4"	BW	3-1
7	4"	BW	1-3
8	4"	BW	3-1
9	4"	BW	1-3
10	4"	BW	3-1
11	4"	BW	1-3
12	4"	BW	3-5

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	4"	1550	BISELADO	BISELADO
B	4"	2856	BISELADO	BISELADO
C	4"	393	BISELADO	BISELADO
D	4"	2200	BISELADO	BISELADO
E	4"	2702	BISELADO	BISELADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

ID: 91

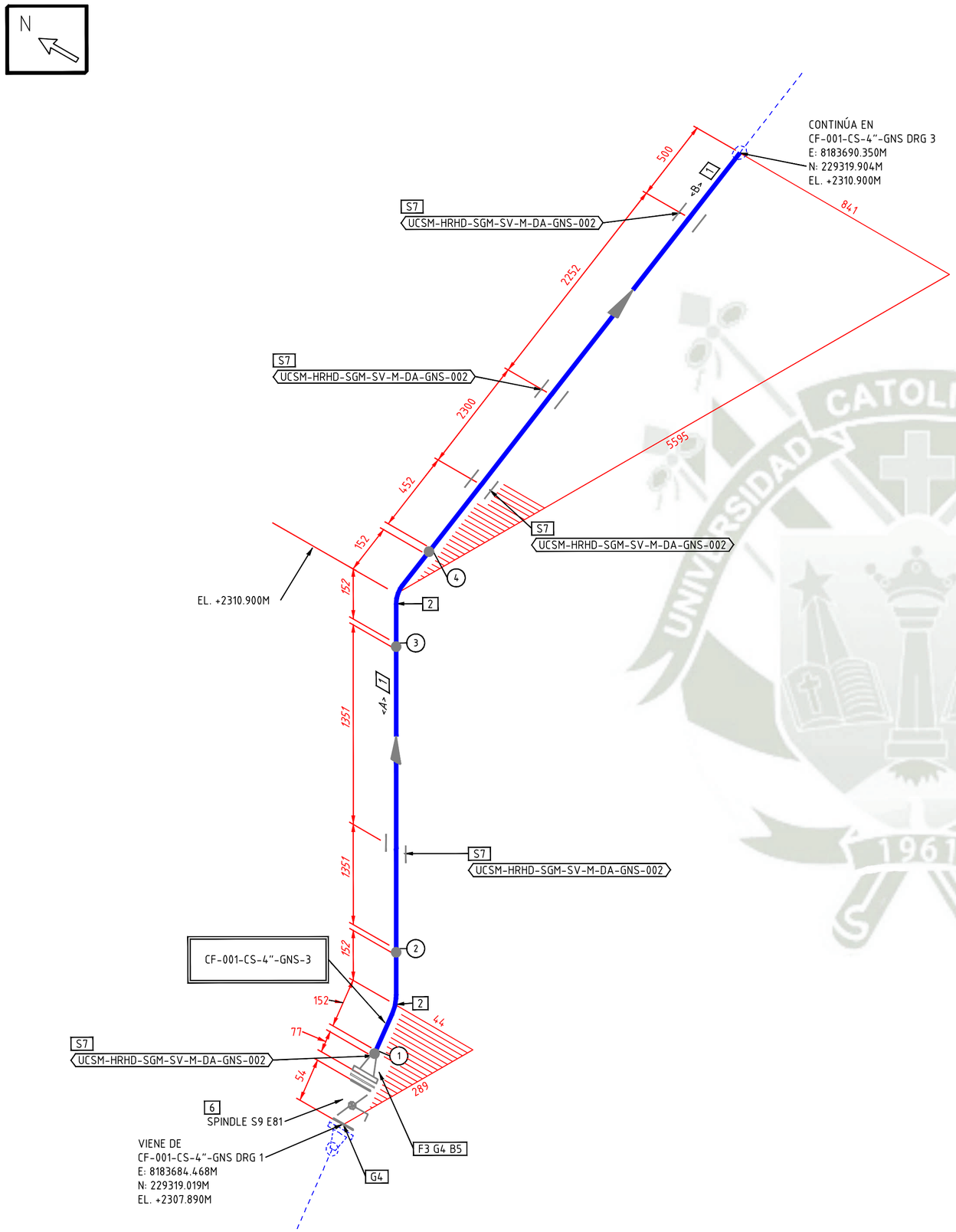
SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE II: SISTEMA DE GAS NATURAL SECO
Desde Transición CF-TR-01 hasta Tee Acero (I)

N° DE PLANO: HOJA 1 DE 4

UCSM-HRHD-SGM-CF-M-DA-GNS-001

CF-001-CS-4"-GNS

REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	4	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH40 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	8206 MM
ACCESORIOS			
2	4	CODO 90° SOLDABLE RL SCH40 ASTM A234 GR.WPB	2
BRIDAS			
3	4	BRIDA WELDING NECK CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	1
EMPAQUETADURAS			
4	4	EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	2
PERNERÍA			
5	5/8	(8) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436 (131 MM LG)	1
VALVULAS / ELEMENTOS EN LÍNEA			
6	4	VÁLVULA DE MARIPOSA 1/4 DE VUELTA TIPO WAFER CLASE 150 LO	1
SOPORTERÍA			
7	4	SOPORTE DE ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36 TIPO SP-06	5

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN
1	4"	BW	3-2
2	4"	BW	2-1
3	4"	BW	1-2
4	4"	BW	2-1

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	4"	2702	BISELADO	BISELADO
B	4"	5504	BISELADO	BISELADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

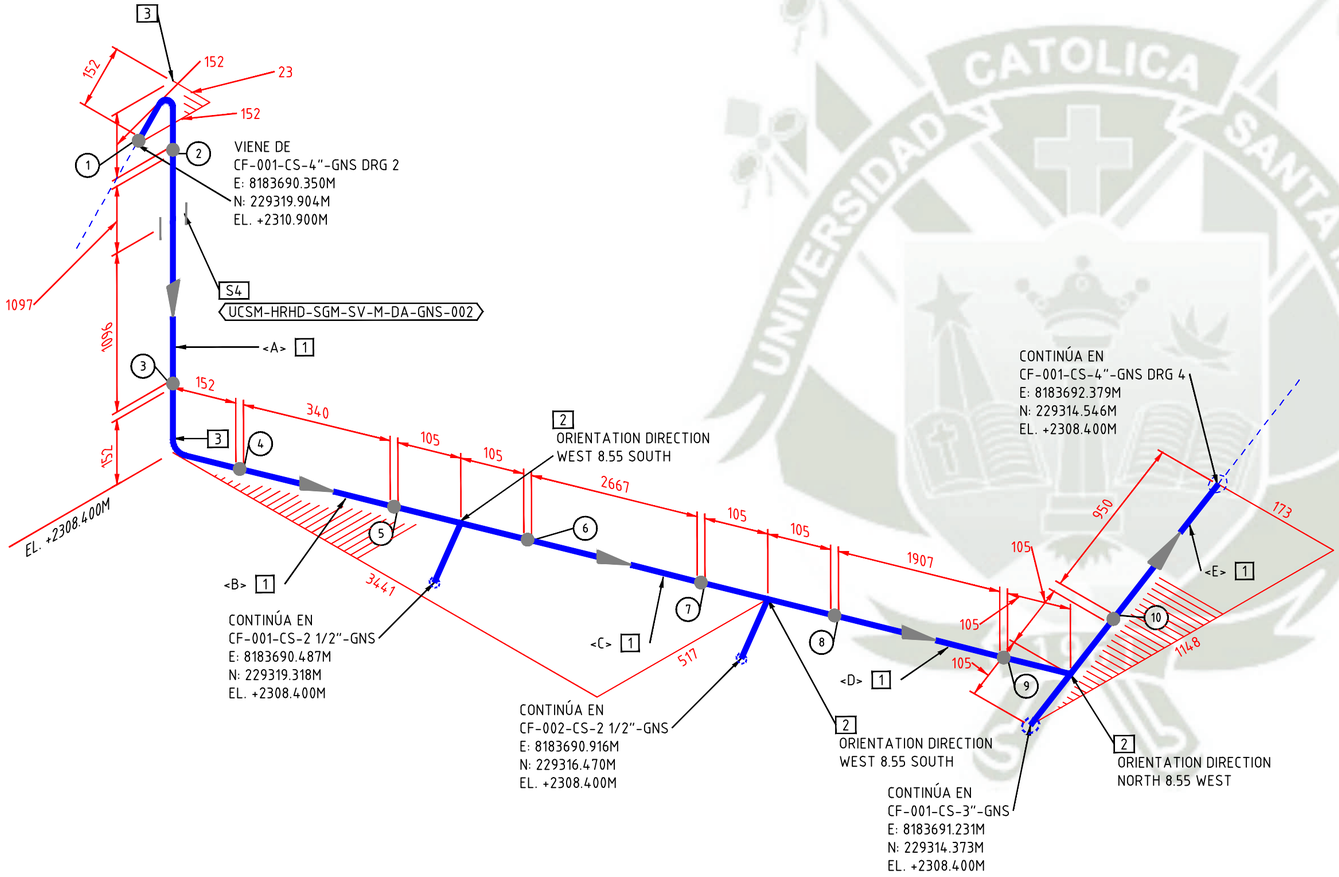
ID: 92

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE II: SISTEMA DE GAS NATURAL SECO
Desde Transición CF-TR-01 hasta Tee Acero (II)

N° DE PLANO: HOJA 2 DE 4

UCSM-HRHD-SGM-CF-M-DA-GNS-002

CF-001-CS-4"-GNS | REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	4	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH40 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	8057 MM
ACCESORIOS			
2	4X4	TEE SOLDABLE SCH40 ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	3
3	4	CODO 90° SOLDABLE RL SCH40 ASTM A234 GR.WPB	2
SOPORTERÍA			
4	4	SOPORTE DE ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36 TIPO SP-06	1

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN
1	4"	BW	1-3
2	4"	BW	3-1
3	4"	BW	1-3
4	4"	BW	3-1
5	4"	BW	1-2
6	4"	BW	2-1
7	4"	BW	1-2
8	4"	BW	2-1
9	4"	BW	1-2
10	4"	BW	2-1

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	4"	2193	BISELADO	BISELADO
B	4"	340	BISELADO	BISELADO
C	4"	2667	BISELADO	BISELADO
D	4"	1907	BISELADO	BISELADO
E	4"	950	BISELADO	BISELADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

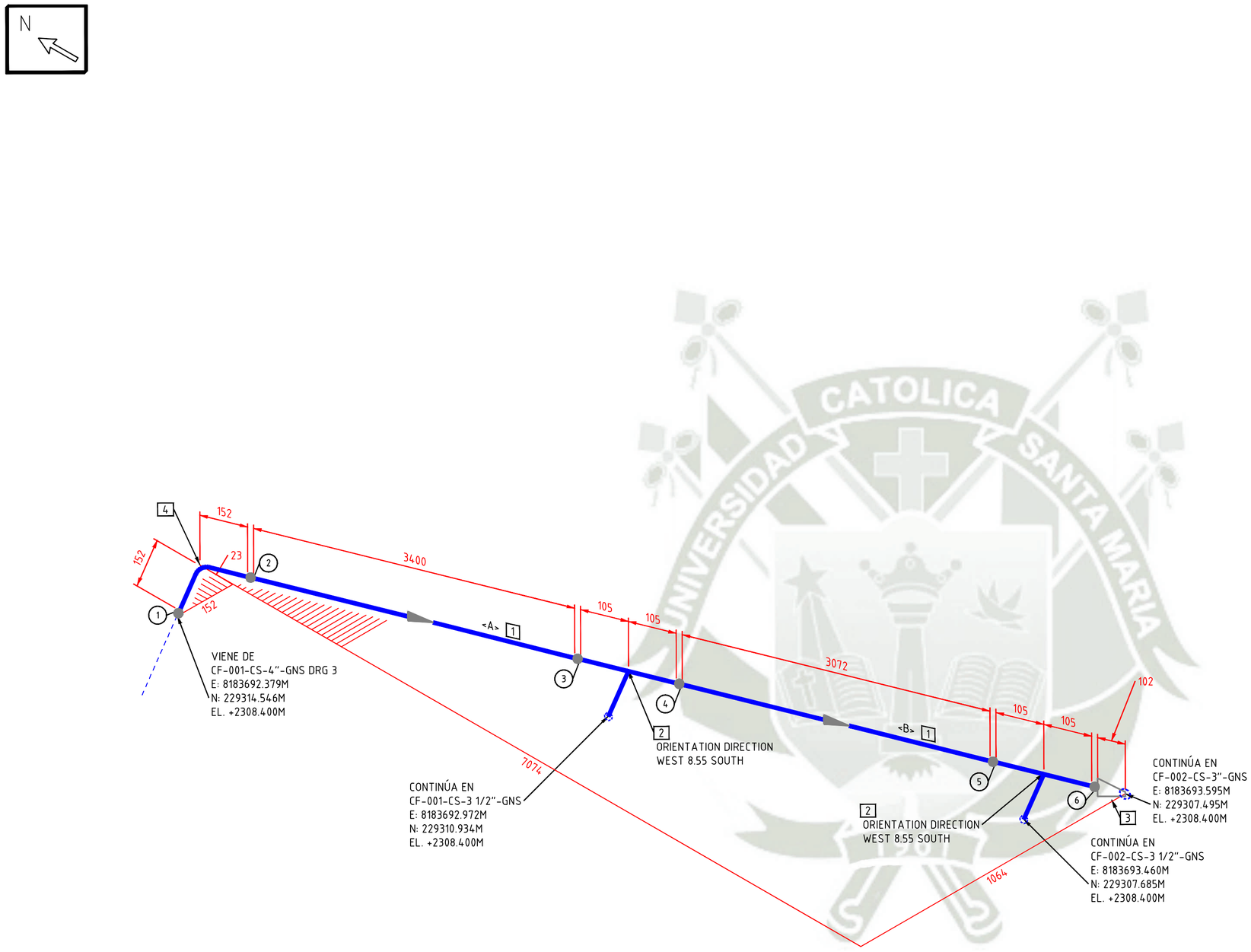
ID: 93

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE II: SISTEMA DE GAS NATURAL SECO
Desde Transición CF-TR-01 hasta Tee Acero (III)

N° DE PLANO: HOJA 3 DE 4

UCSM-HRHD-SGM-CF-M-DA-GNS-003

CF-001-CS-4"-GNS | REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	4	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH40 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	6472 MM
ACCESORIOS			
2	4X4	TEE SOLDABLE SCH40 ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	2
3	4X3	REDUCCIÓN CONCÉNTRICA SOLDABLE ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	1
4	4	CODO 90° SOLDABLE RL SCH40 ASTM A234 GR.WPB	1

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN
1	4"	BW	1-4
2	4"	BW	4-1
3	4"	BW	1-2
4	4"	BW	2-1
5	4"	BW	1-2
6	4"	BW	2-3

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	4"	3400	BISELADO	BISELADO
B	4"	3072	BISELADO	BISELADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

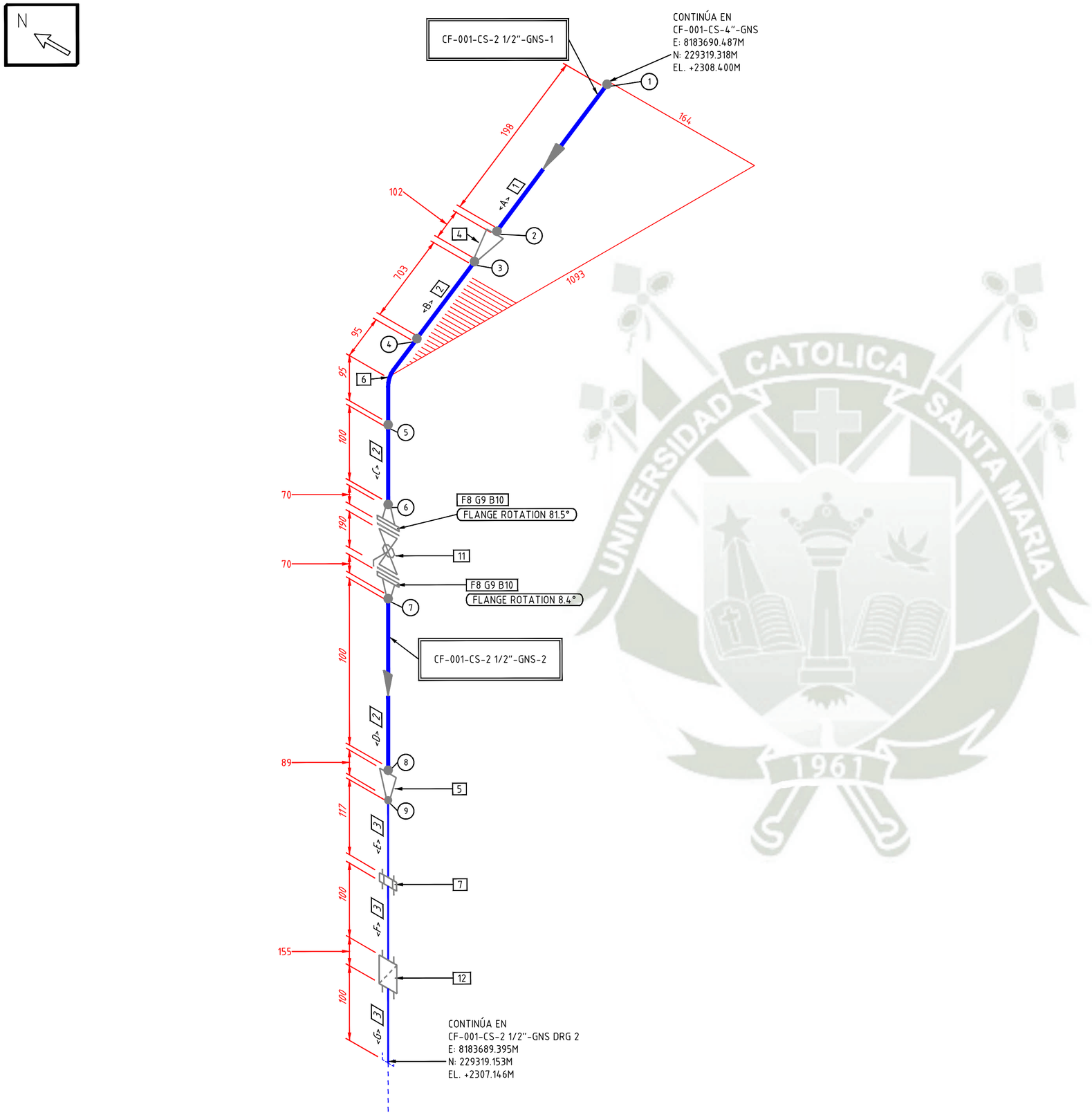
ID: 94

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE II: SISTEMA DE GAS NATURAL SECO
Desde Transición CF-TR-01 hasta Tee Acero (IV)

N° DE PLANO: HOJA 4 DE 4

UCSM-HRHD-SGM-CF-M-DA-GNS-004

CF-001-CS-4"-GNS | REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	4	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH40 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	198 MM
2	2.1/2	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH40 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	903 MM
3	2	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	317 MM
ACCESORIOS			
4	4X2.1/2	REDUCCIÓN CONCÉNTRICA SOLDABLE ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	1
5	2.1/2X2	REDUCCIÓN CONCÉNTRICA SOLDABLE ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	1
6	2.1/2	CODO 90° SOLDABLE RL SCH40 ASTM A234 GR.WPB	1
7	2	UNION ROSCADA O ACOPLE UNIVERSAL ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	1
BRIDAS			
8	2.1/2	BRIDA WELDING NECK CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	2
EMPAQUETADURAS			
9	2.1/2	EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	2
PERNERÍA			
10	5/8	(4) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436 (89 MM LG)	2
VALVULAS / ELEMENTOS EN LÍNEA			
11	2.1/2	VÁLVULA DE BOLA 1/4 DE VUELTA CON EXTREMOS BRIDADOS CLASE 150	1
12	2	FILTRO TIPO Y EXTREMOS ROSCADOS CLASE 800LB	1

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN
1	4"	BW	x-1
2	4"	BW	1-4
3	2.1/2"	BW	4-2
4	2.1/2"	BW	2-6
5	2.1/2"	BW	6-2
6	2.1/2"	BW	2-8
7	2.1/2"	BW	8-2
8	2.1/2"	BW	2-5
9	2"	BW	5-3

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	4"	198	BISELADO	BISELADO
B	2.1/2"	703	BISELADO	BISELADO
C	2.1/2"	100	BISELADO	BISELADO
D	2.1/2"	100	BISELADO	BISELADO
E	2"	117	BISELADO	ROSCADO
F	2"	100	ROSCADO	ROSCADO
G	2"	100	ROSCADO	ROSCADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

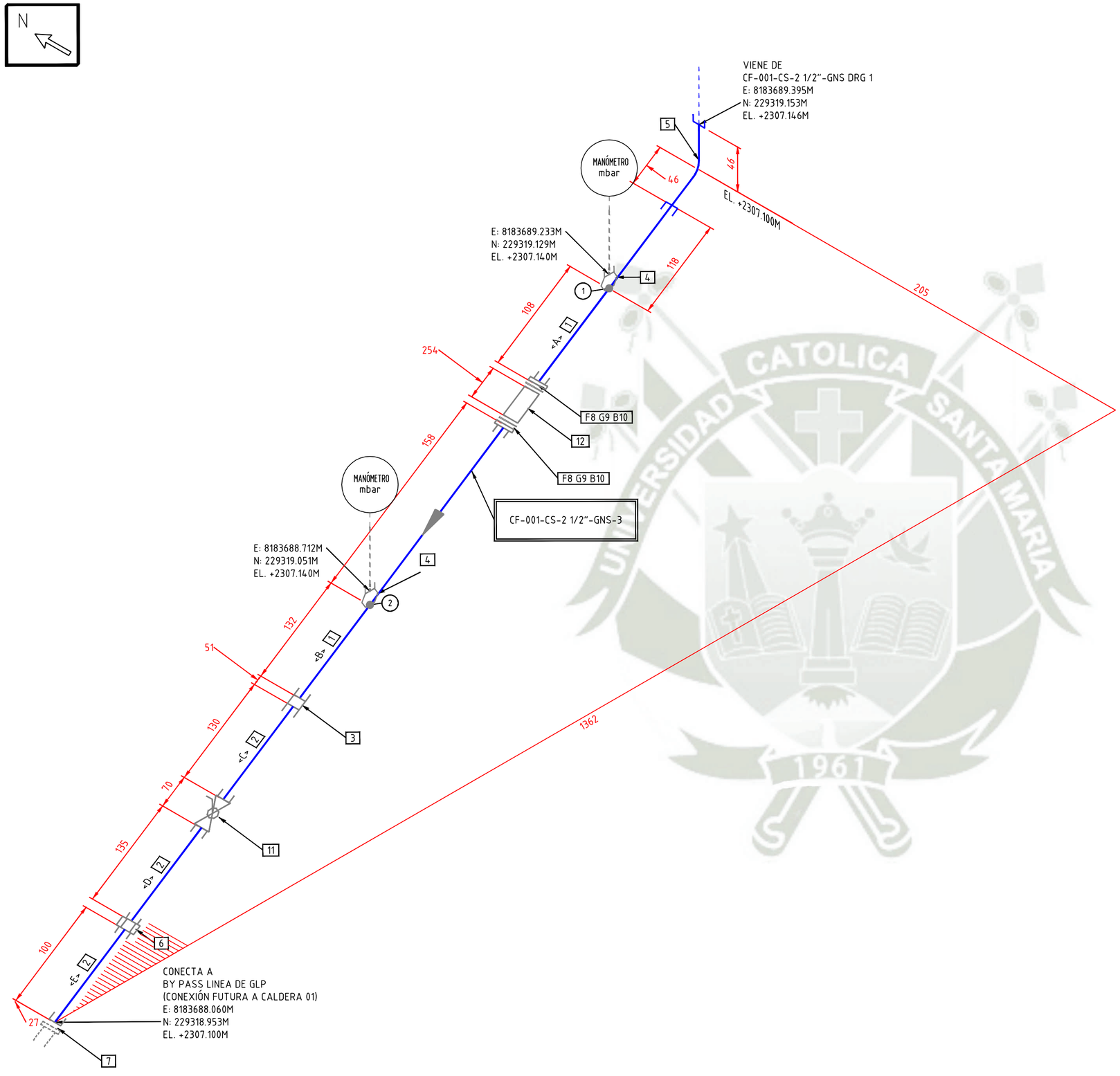
ID: 95

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE II: SISTEMA DE GAS NATURAL SECO
Desde Tee Acero hasta S6-CAL-01 (I)

N° DE PLANO: HOJA 1 DE 2

UCSM-HRHD-SGM-CF-M-DA-GNS-005

CF-001-CS-2 1/2"-GNS REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	2	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	464 MM
2	1.1/2	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	365 MM
ACCESORIOS			
3	2X1.1/2	ACOPLE REDUCTOR ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	1
4	2X1/4	THRD-O-LET, THRD, 3000LB, ASTM A105	2
5	2	CODO 90° ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	1
6	1.1/2	UNION ROSCADA O ACOPLE UNIVERSAL ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	1
7	1.1/2	TAPÓN ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105	1
BRIDAS			
8	2	BRIDA ROSCADA CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	2
EMPAQUETADURAS			
9	2	EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	2
PERNERÍA			
10	5/8	(4) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436 (83 MM LG)	2
VALVULAS / ELEMENTOS EN LÍNEA			
11	1.1/2	VALVULA DE BOLA 1/4 DE VUELTA CON EXTREMOS ROSCADOS CLASE 800LB	1
INSTRUMENTACIÓN			
12	2	REGULADOR DE PRESIÓN TIPO DIAFRAGMA MODELO DIVAL 700 EXTREMOS BRIDADOS CLASE 150 RF	1

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN
1	1/4"	LET	1-4
2	1/4"	LET	1-4

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	2"	200	ROSCADO	ROSCADO
B	2"	264	ROSCADO	ROSCADO
C	1.1/2"	130	ROSCADO	ROSCADO
D	1.1/2"	135	ROSCADO	ROSCADO
E	1.1/2"	100	ROSCADO	ROSCADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

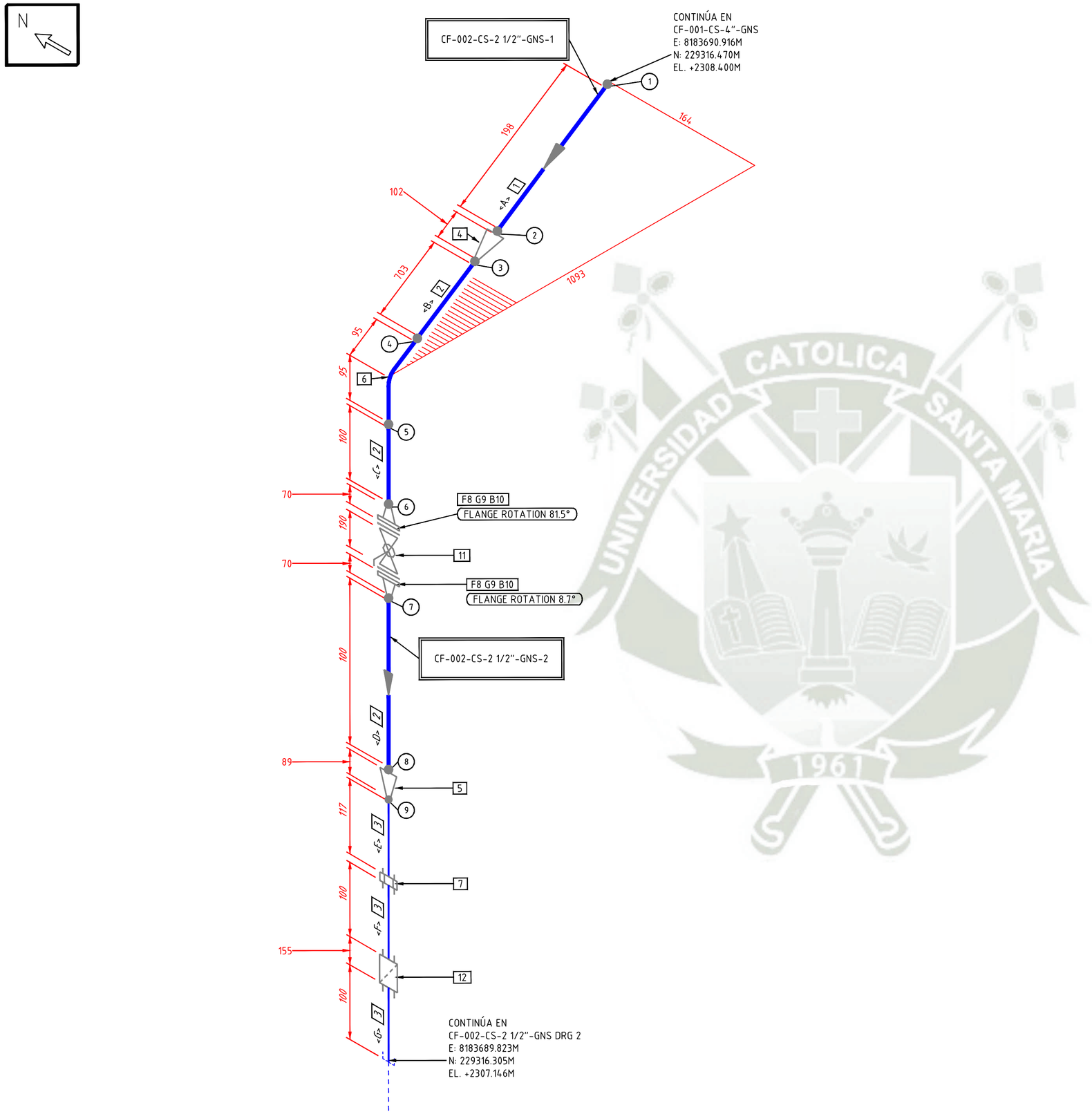
ID: 96

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE II: SISTEMA DE GAS NATURAL SECO
Desde Tee Acero hasta S6-CAL-01 (II)

N° DE PLANO: HOJA 2 DE 2

UCSM-HRHD-SGM-CF-M-DA-GNS-006

CF-001-CS-2 1/2"-GNS | REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	4	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH40 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	198 MM
2	2.1/2	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH40 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	903 MM
3	2	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	317 MM
ACCESORIOS			
4	4X2.1/2	REDUCCIÓN CONCÉNTRICA SOLDABLE ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	1
5	2.1/2X2	REDUCCIÓN CONCÉNTRICA SOLDABLE ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	1
6	2.1/2	CODO 90° SOLDABLE RL SCH40 ASTM A234 GR.WPB	1
7	2	UNION ROSCADA O ACOPLE UNIVERSAL ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	1
BRIDAS			
8	2.1/2	BRIDA WELDING NECK CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	2
EMPAQUETADURAS			
9	2.1/2	EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	2
PERNERÍA			
10	5/8	(4) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436 (89 MM LG)	2
VALVULAS / ELEMENTOS EN LÍNEA			
11	2.1/2	VÁLVULA DE BOLA 1/4 DE VUELTA CON EXTREMOS BRIDADOS CLASE 150	1
12	2	FILTRO TIPO Y EXTREMOS ROSCADOS CLASE 800LB	1

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN
1	4"	BW	x-1
2	4"	BW	1-4
3	2.1/2"	BW	4-2
4	2.1/2"	BW	2-6
5	2.1/2"	BW	6-2
6	2.1/2"	BW	2-8
7	2.1/2"	BW	8-2
8	2.1/2"	BW	2-5
9	2"	BW	5-3

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	4"	198	BISELADO	BISELADO
B	2.1/2"	703	BISELADO	BISELADO
C	2.1/2"	100	BISELADO	BISELADO
D	2.1/2"	100	BISELADO	BISELADO
E	2"	117	BISELADO	ROSCADO
F	2"	100	ROSCADO	ROSCADO
G	2"	100	ROSCADO	ROSCADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

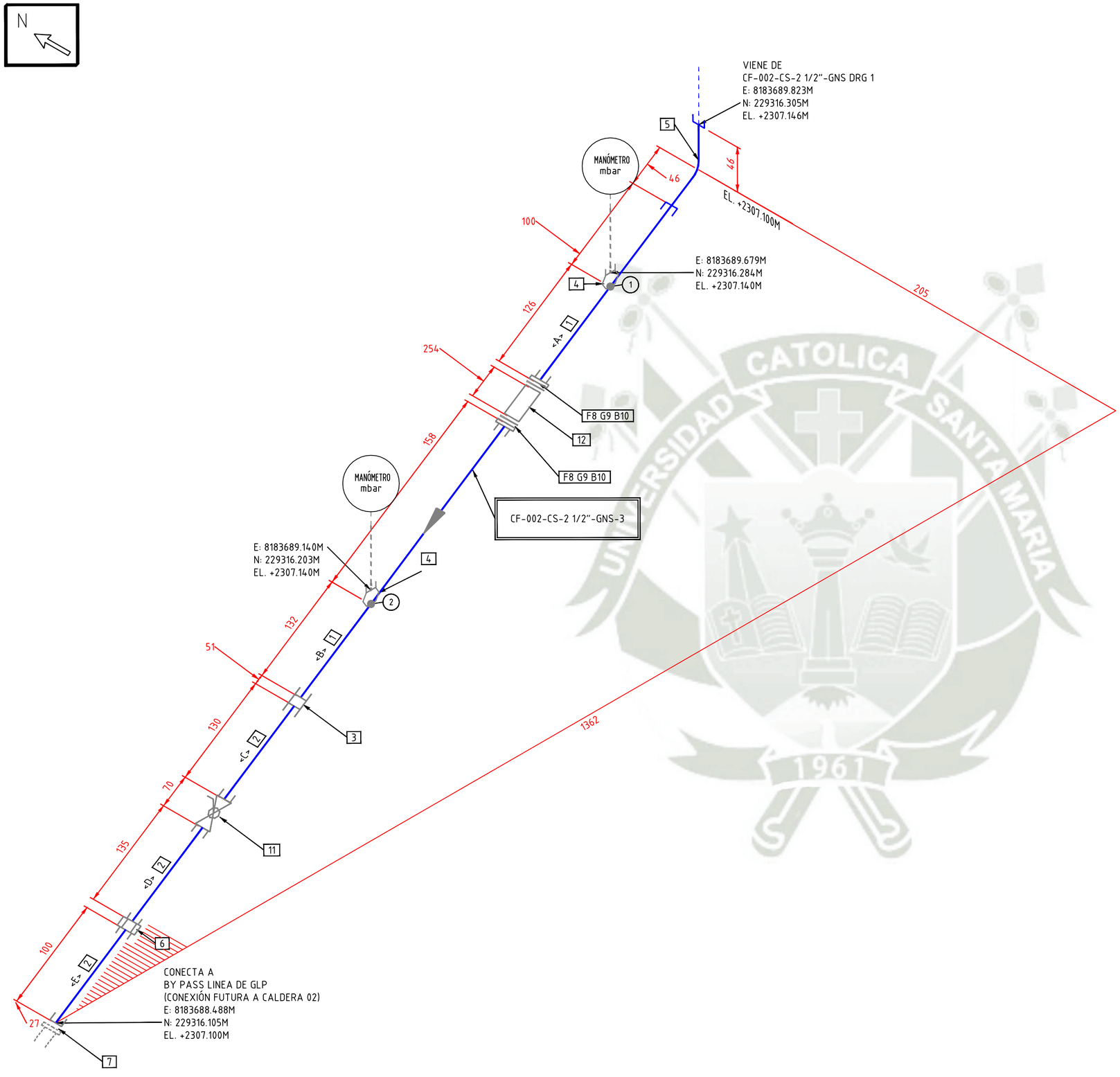
ID: 97

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE II: SISTEMA DE GAS NATURAL SECO
Desde Tee Acero hasta S6-CAL-02 (I)

N° DE PLANO: HOJA 1 DE 2

UCSM-HRHD-SGM-CF-M-DA-GNS-007

CF-002-CS-2 1/2"-GNS REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	2	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	464 MM
2	1.1/2	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	365 MM
ACCESORIOS			
3	2X1.1/2	ACOPLE REDUCTOR ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	1
4	2X1/4	THRD-O-LET, THRD, 3000LB, ASTM A105	2
5	2	CODO 90° ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	1
6	1.1/2	UNION ROSCADA O ACOPLE UNIVERSAL ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	1
7	1.1/2	TAPÓN ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105	1
BRIDAS			
8	2	BRIDA ROSCADA CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	2
EMPAQUETADURAS			
9	2	EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	2
PERNERÍA			
10	5/8	(4) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436 (83 MM LG)	2
VALVULAS / ELEMENTOS EN LÍNEA			
11	1.1/2	VALVULA DE BOLA 1/4 DE VUELTA CON EXTREMOS ROSCADOS CLASE 800LB	1
INSTRUMENTACIÓN			
12	2	REGULADOR DE PRESIÓN TIPO DIAFRAGMA MODELO DIVAL 700 EXTREMOS BRIDADOS CLASE 150 RF	1

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN
1	1/4"	LET	1-4
2	1/4"	LET	1-4

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	2"	200	ROSCADO	ROSCADO
B	2"	264	ROSCADO	ROSCADO
C	1.1/2"	130	ROSCADO	ROSCADO
D	1.1/2"	135	ROSCADO	ROSCADO
E	1.1/2"	100	ROSCADO	ROSCADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

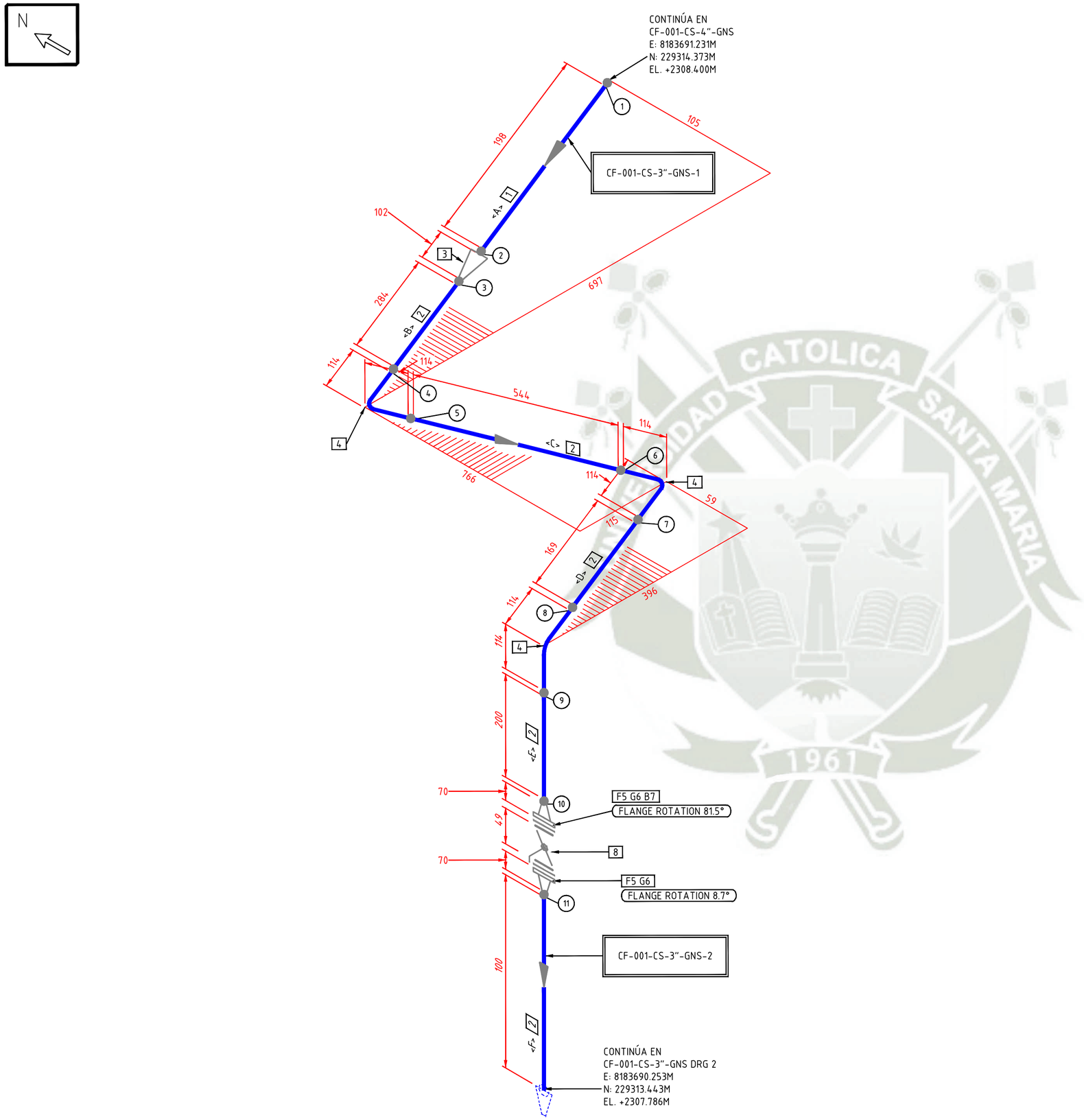
ID: 98

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE II: SISTEMA DE GAS NATURAL SECO
Desde Tee Acero hasta S6-CAL-02 (II)

N° DE PLANO: HOJA 2 DE 2

UCSM-HRHD-SGM-CF-M-DA-GNS-008

CF-002-CS-2 1/2"-GNS | REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	4	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH40 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	198 MM
2	3	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH40 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	1297 MM
ACCESORIOS			
3	4X3	REDUCCIÓN CONCÉNTRICA SOLDABLE ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	1
4	3	CODO 90° SOLDABLE RL SCH40 ASTM A234 GR.WPB	3
BRIDAS			
5	3	BRIDA WELDING NECK CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	2
EMPAQUETADURAS			
6	3	EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	2
PERNERÍA			
7	5/8	(4) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436 (126 MM LG)	1
VALVULAS / ELEMENTOS EN LÍNEA			
8	3	VÁLVULA DE MARIPOSA 1/4 DE VUELTA TIPO WAFER CLASE 150 LO	1

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN
1	4"	BW	×-1
2	4"	BW	1-3
3	3"	BW	3-2
4	3"	BW	2-4
5	3"	BW	4-2
6	3"	BW	2-4
7	3"	BW	4-2
8	3"	BW	2-4
9	3"	BW	4-2
10	3"	BW	2-5
11	3"	BW	5-2

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	4"	198	BISELADO	BISELADO
B	3"	284	BISELADO	BISELADO
C	3"	544	BISELADO	BISELADO
D	3"	169	BISELADO	BISELADO
E	3"	200	BISELADO	BISELADO
F	3"	100	BISELADO	BISELADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

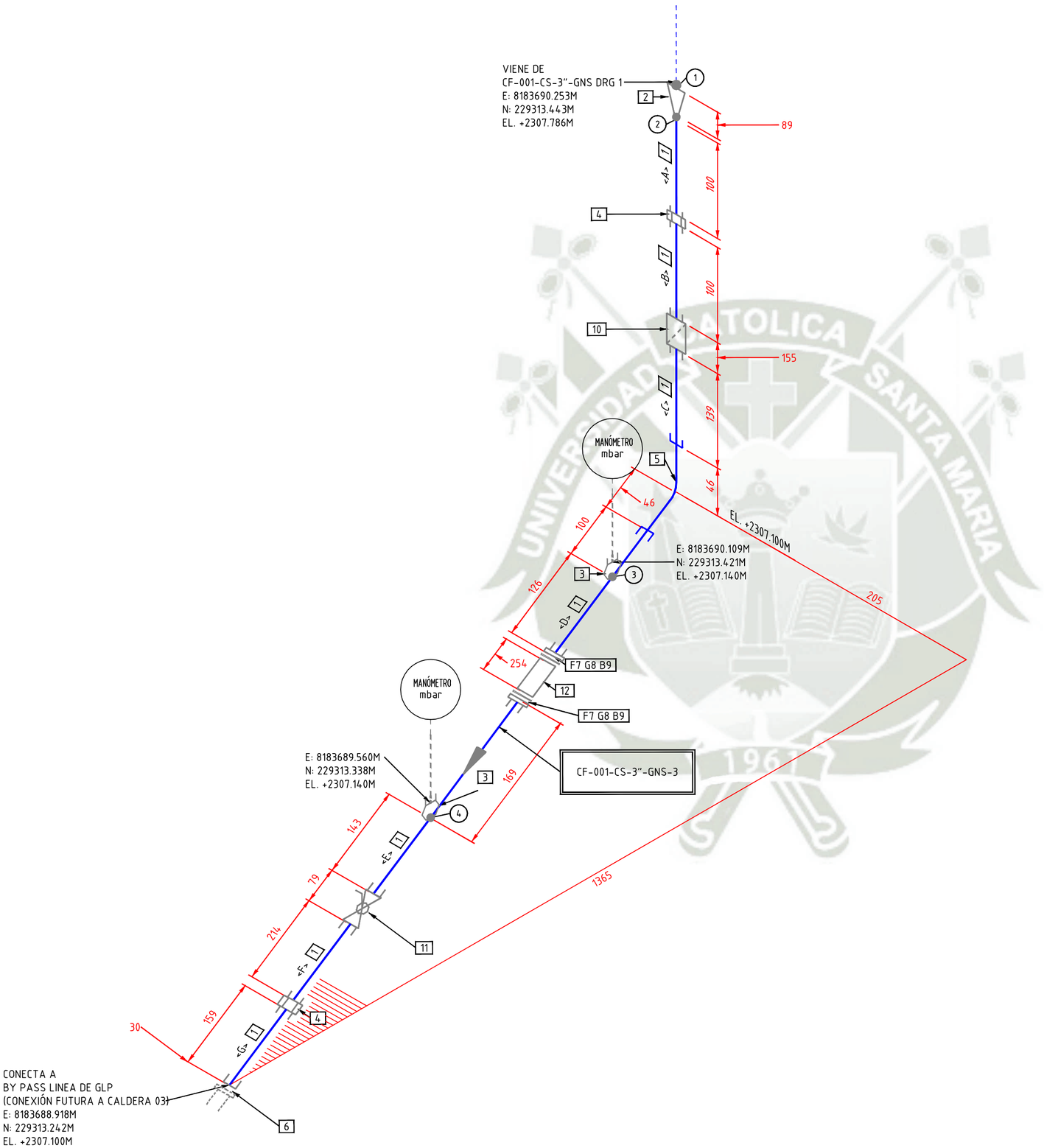
ID: 99

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE II: SISTEMA DE GAS NATURAL SECO
Desde Tee Acero hasta S6-CAL-03 (I)

N° DE PLANO: HOJA 1 DE 2

UCSM-HRHD-SGM-CF-M-DA-GNS-009

CF-001-CS-3"-GNS | REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	2	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	1198 MM
ACCESORIOS			
2	3X2	REDUCCIÓN CONCÉNTRICA SOLDABLE ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	1
3	2X1/4	THRD-O-LET, THRD, 3000LB, ASTM A105	2
4	2	UNION ROSCADA O ACOPLE UNIVERSAL ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	2
5	2	CODO 90° ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	1
6	2	TAPÓN ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105	1
BRIDAS			
7	2	BRIDA ROSCADA CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	2
EMPAQUETADURAS			
8	2	EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	2
PERNERÍA			
9	5/8	(4) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436 (83 MM LG)	2
VALVULAS / ELEMENTOS EN LÍNEA			
10	2	FILTRO TIPO Y EXTREMOS ROSCADOS CLASE 800LB	1
11	2	VALVULA DE BOLA 1/4 DE VUELTA CON EXTREMOS ROSCADOS CLASE 800LB	1
INSTRUMENTACIÓN			
12	2	REGULADOR DE PRESIÓN TIPO DIAFRAGMA MODELO DIVAL 700 EXTREMOS BRIDADOS CLASE 150 RF	1

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN
1	3"	BW	×-2
2	2"	BW	2-1
3	1/4"	LET	1-3
4	1/4"	LET	1-3

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	2"	100	BISELADO	ROSCADO
B	2"	100	ROSCADO	ROSCADO
C	2"	139	ROSCADO	ROSCADO
D	2"	200	ROSCADO	ROSCADO
E	2"	286	ROSCADO	ROSCADO
F	2"	214	ROSCADO	ROSCADO
G	2"	159	ROSCADO	ROSCADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

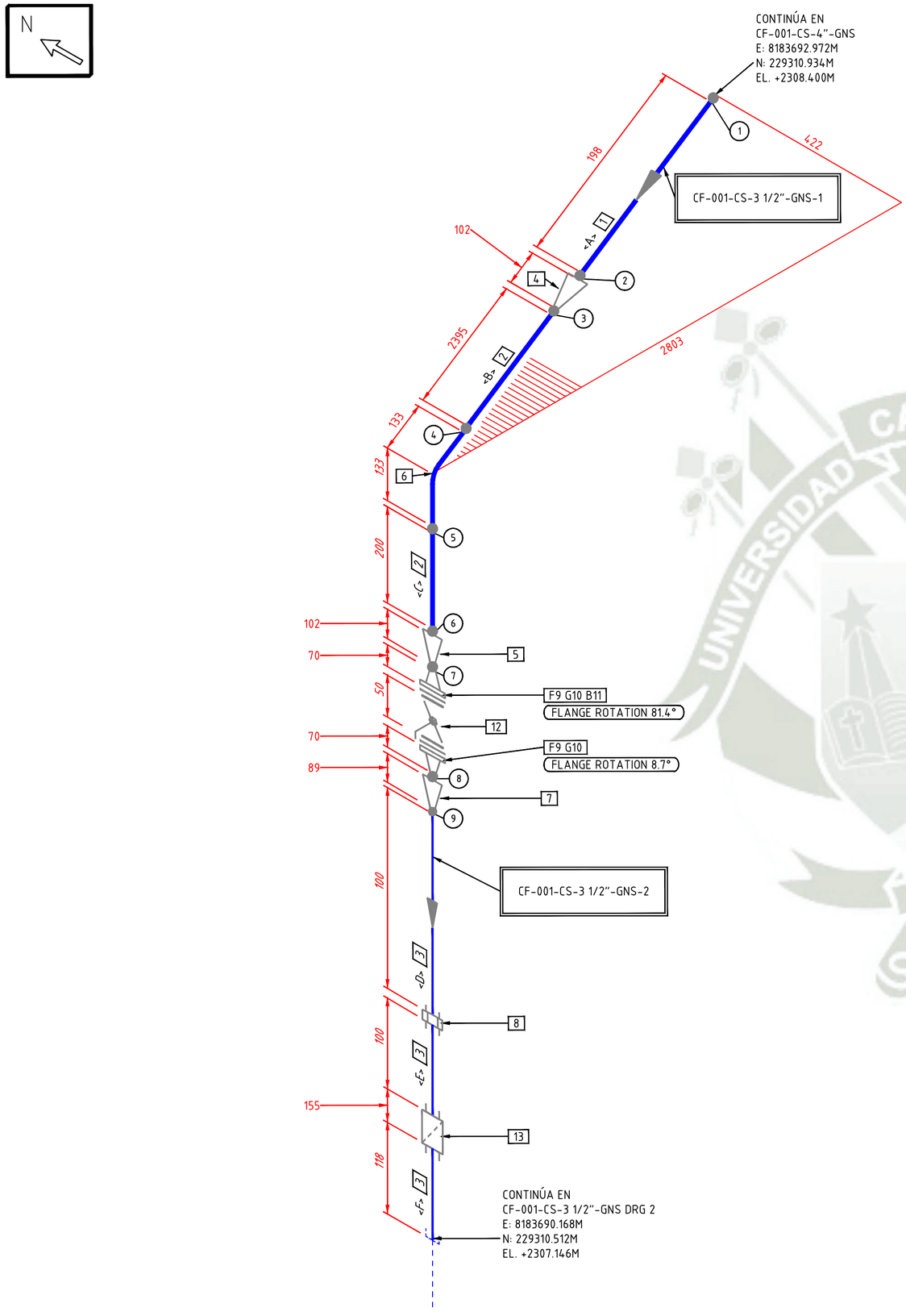
ID: 100

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE II: SISTEMA DE GAS NATURAL SECO
Desde Tee Acero hasta S6-CAL-03 (II)

N° DE PLANO: HOJA 2 DE 2

UCSM-HRHD-SGM-CF-M-DA-GNS-010

CF-001-CS-3"-GNS | REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	4	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH40 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	198 MM
2	3.1/2	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH40 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	2595 MM
3	2	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	318 MM
ACCESORIOS			
4	4X3.1/2	REDUCCIÓN CONCÉNTRICA SOLDABLE ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	1
5	3.1/2X3	REDUCCIÓN CONCÉNTRICA SOLDABLE ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	1
6	3.1/2	CODO 90° SOLDABLE RL SCH40 ASTM A234 GR.WPB	1
7	3X2	REDUCCIÓN CONCÉNTRICA SOLDABLE ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	1
8	2	UNION ROSCADA O ACOPLE UNIVERSAL ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	1
BRIDAS			
9	3	BRIDA WELDING NECK CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	2
EMPAQUETADURAS			
10	3	EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	2
PERNERÍA			
11	5/8	(4) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436 (126 MM LG)	1
VALVULAS / ELEMENTOS EN LÍNEA			
12	3	VÁLVULA DE MARIPOSA 1/4 DE VUELTA TIPO WAFER CLASE 150 LO	1
13	2	FILTRO TIPO Y EXTREMOS ROSCADOS CLASE 800LB	1

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN
1	4"	BW	x-1
2	4"	BW	1-4
3	3.1/2"	BW	4-2
4	3.1/2"	BW	2-6
5	3.1/2"	BW	6-2
6	3.1/2"	BW	2-5
7	3"	BW	5-9
8	3"	BW	9-7
9	2"	BW	7-3

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	4"	198	BISELADO	BISELADO
B	3.1/2"	2395	BISELADO	BISELADO
C	3.1/2"	200	BISELADO	BISELADO
D	2"	100	BISELADO	ROSCADO
E	2"	100	ROSCADO	ROSCADO
F	2"	118	ROSCADO	ROSCADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

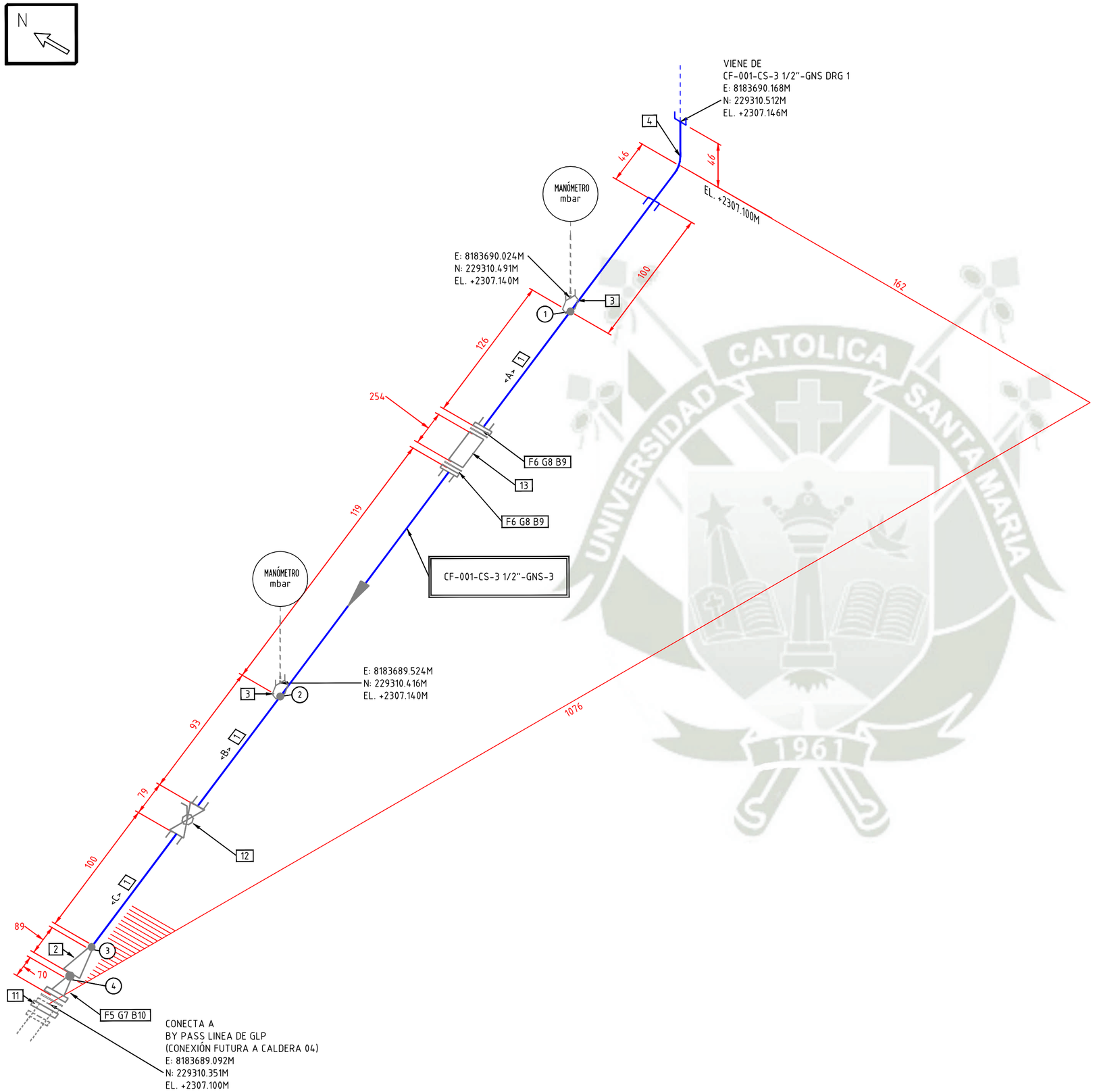
ID: 101

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE II: SISTEMA DE GAS NATURAL SECO
Desde Tee Acero hasta S6-CAL-04 (I)

N° DE PLANO: HOJA 1 DE 2

UCSM-HRHD-SGM-CF-M-DA-GNS-011

CF-001-CS-3 1/2"-GNS | REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	2	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	486 MM
ACCESORIOS			
2	2.1/2X2	REDUCCIÓN CONCÉNTRICA SOLDABLE ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	1
3	2X1/4	THRD-O-LET, THRD, 3000LB, ASTM A105	2
4	2	CODO 90° ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	1
BRIDAS			
5	2.1/2	BRIDA WELDING NECK CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	1
6	2	BRIDA ROSCADA CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	2
EMPAQUETADURAS			
7	2.1/2	EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	1
8	2	EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	2
PERNERÍA			
9	5/8	(4) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436 (83 MM LG)	2
10	5/8	(4) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436 (89 MM LG)	1
VALVULAS / ELEMENTOS EN LÍNEA			
11	2.1/2	BRIDA CIEGA CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	1
12	2	VALVULA DE BOLA 1/4 DE VUELTA CON EXTREMOS ROSCADOS CLASE 800LB	1
INSTRUMENTACIÓN			
13	2	REGULADOR DE PRESIÓN TIPO DIAFRAGMA MODELO DIVAL 700 EXTREMOS BRIDADOS CLASE 150 RF	1

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN
1	1/4"	LET	1-3
2	1/4"	LET	1-3
3	2"	BW	1-2
4	2.1/2"	BW	2-5

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	2"	200	ROSCADO	ROSCADO
B	2"	186	ROSCADO	ROSCADO
C	2"	100	ROSCADO	BISELADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

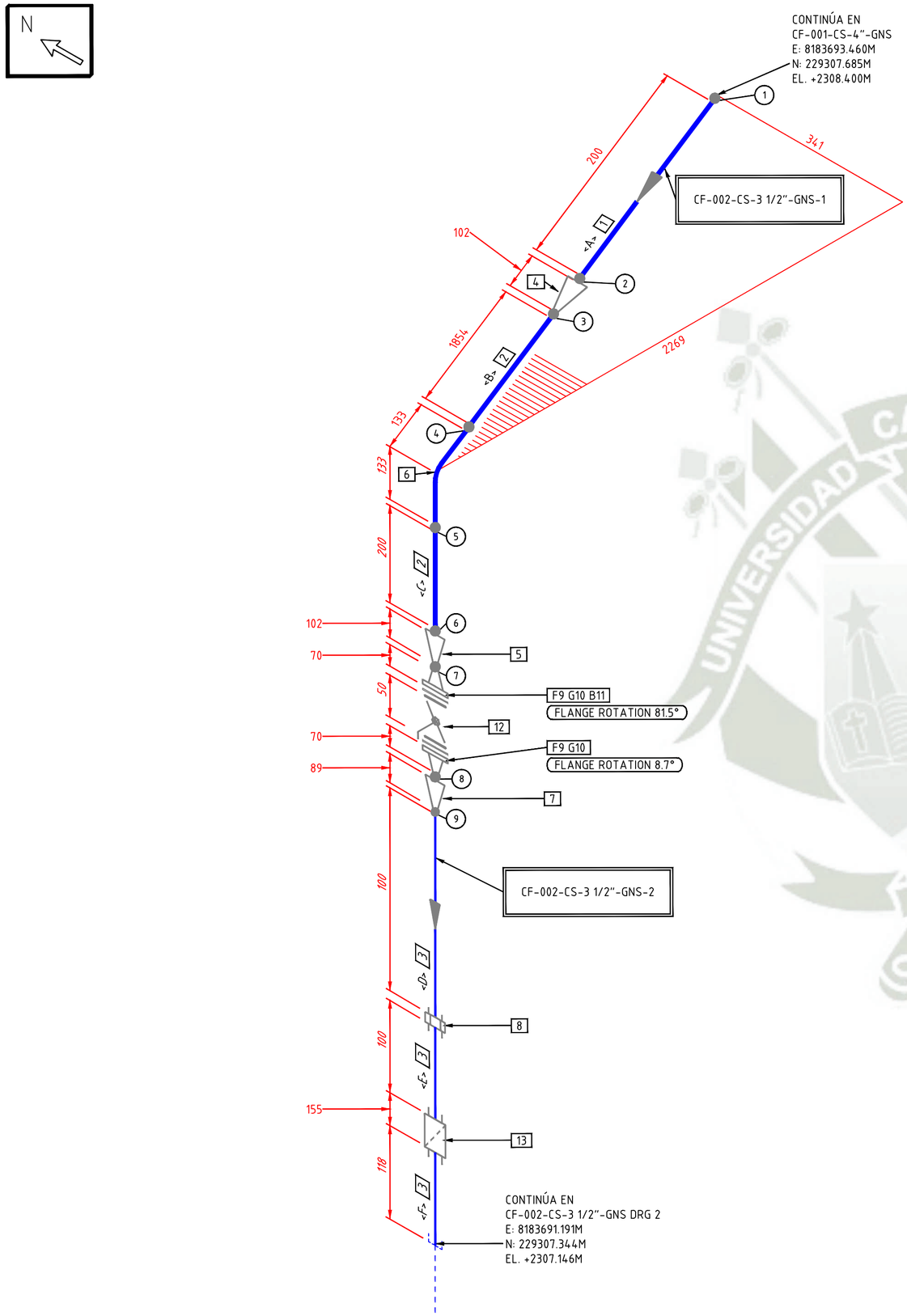
ID: 102

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE II: SISTEMA DE GAS NATURAL SECO
Desde Tee Acero hasta S6-CAL-04 (II)

N° DE PLANO: HOJA 2 DE 2

UCSM-HRHD-SGM-CF-M-DA-GNS-012

CF-001-CS-3 1/2"-GNS | REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	4	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH40 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	200 MM
2	3.1/2	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH40 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	2054 MM
3	2	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	318 MM
ACCESORIOS			
4	4X3.1/2	REDUCCIÓN CONCÉNTRICA SOLDABLE ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	1
5	3.1/2X3	REDUCCIÓN CONCÉNTRICA SOLDABLE ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	1
6	3.1/2	CODO 90° SOLDABLE RL SCH40 ASTM A234 GR.WPB	1
7	3X2	REDUCCIÓN CONCÉNTRICA SOLDABLE ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	1
8	2	UNION ROSCADA O ACOPLE UNIVERSAL ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	1
BRIDAS			
9	3	BRIDA WELDING NECK CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	2
EMPAQUETADURAS			
10	3	EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	2
PERNERÍA			
11	5/8	(4) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436 (126 MM LG)	1
VALVULAS / ELEMENTOS EN LÍNEA			
12	3	VÁLVULA DE MARIPOSA 1/4 DE VUELTA TIPO WAFER CLASE 150 LO	1
13	2	FILTRO TIPO Y EXTREMOS ROSCADOS CLASE 800LB	1

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN
1	4"	BW	x-1
2	4"	BW	1-4
3	3.1/2"	BW	4-2
4	3.1/2"	BW	2-6
5	3.1/2"	BW	6-2
6	3.1/2"	BW	2-5
7	3"	BW	5-9
8	3"	BW	9-7
9	2"	BW	7-3

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	4"	200	BISELADO	BISELADO
B	3.1/2"	1854	BISELADO	BISELADO
C	3.1/2"	200	BISELADO	BISELADO
D	2"	100	BISELADO	ROSCADO
E	2"	100	ROSCADO	ROSCADO
F	2"	118	ROSCADO	ROSCADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

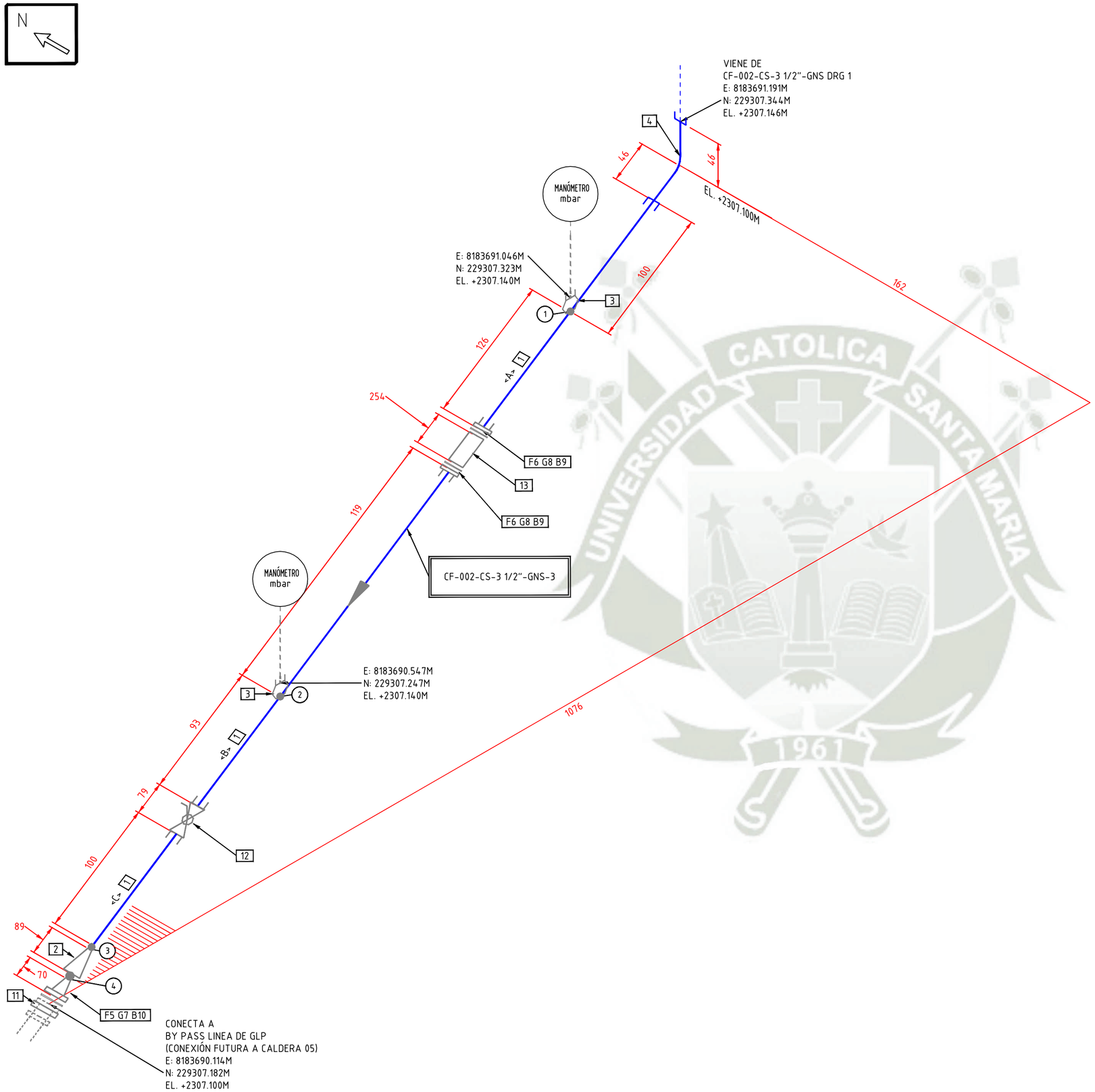
ID: 103

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE II: SISTEMA DE GAS NATURAL SECO
Desde Tee Acero hasta S6-CAL-05 (Proyectado) (I)

N° DE PLANO: HOJA 1 DE 2

UCSM-HRHD-SGM-CF-M-DA-GNS-013

CF-002-CS-3 1/2"-GNS | REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	2	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	486 MM
ACCESORIOS			
2	2.1/2X2	REDUCCIÓN CONCÉNTRICA SOLDABLE ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	1
3	2X1/4	THRD-O-LET, THRD, 3000LB, ASTM A105	2
4	2	CODO 90° ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	1
BRIDAS			
5	2.1/2	BRIDA WELDING NECK CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	1
6	2	BRIDA ROSCADA CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	2
EMPAQUETADURAS			
7	2.1/2	EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	1
8	2	EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	2
PERNERÍA			
9	5/8	(4) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436 (83 MM LG)	2
10	5/8	(4) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436 (89 MM LG)	1
VALVULAS / ELEMENTOS EN LÍNEA			
11	2.1/2	BRIDA CIEGA CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	1
12	2	VALVULA DE BOLA 1/4 DE VUELTA CON EXTREMOS ROSCADOS CLASE 800LB	1
INSTRUMENTACIÓN			
13	2	REGULADOR DE PRESIÓN TIPO DIAFRAGMA MODELO DIVAL 700 EXTREMOS BRIDADOS CLASE 150 RF	1

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN
1	1/4"	LET	1-3
2	1/4"	LET	1-3
3	2"	BW	1-2
4	2.1/2"	BW	2-5

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	2"	200	ROSCADO	ROSCADO
B	2"	186	ROSCADO	ROSCADO
C	2"	100	ROSCADO	BISELADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

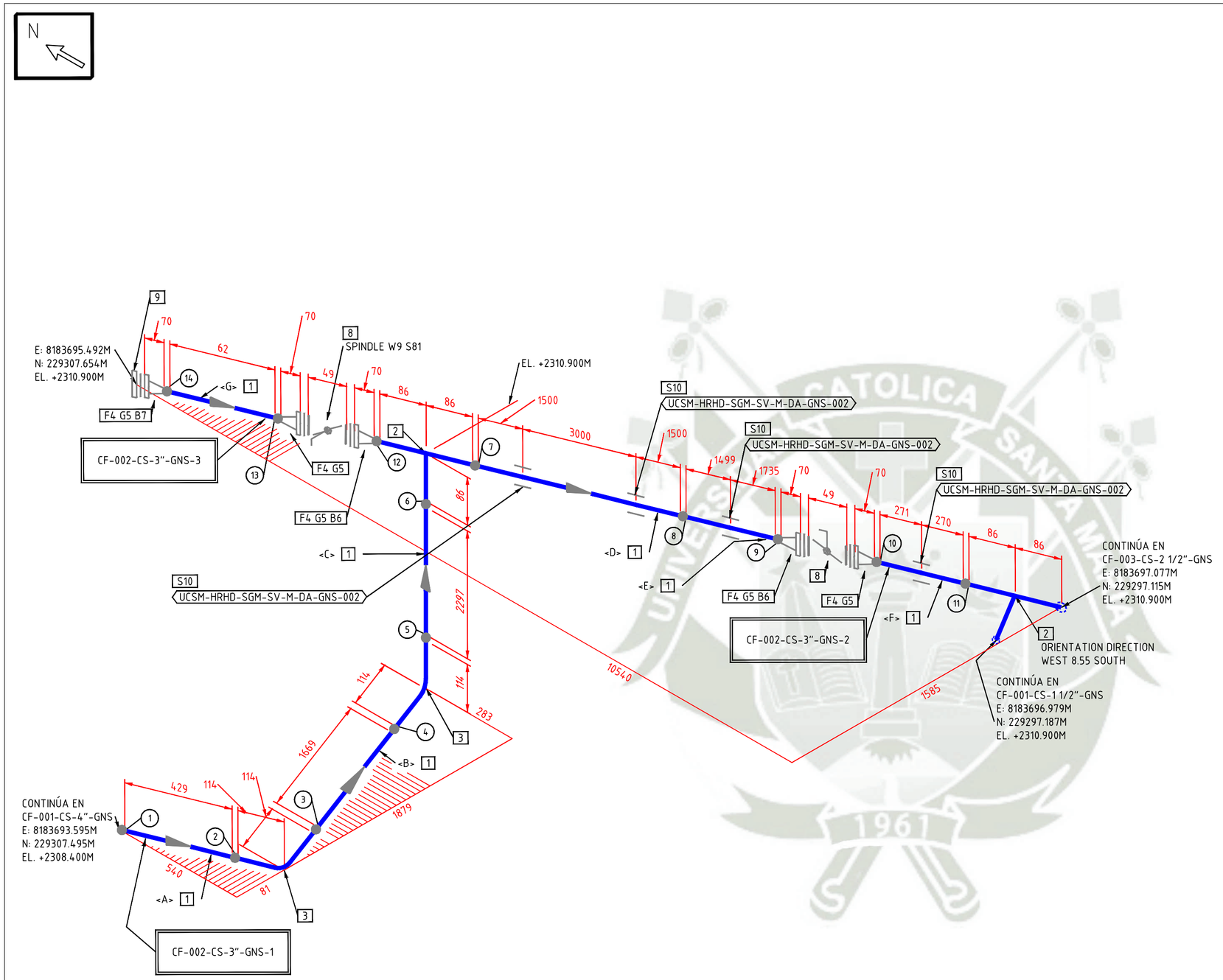
ID: 104

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE II: SISTEMA DE GAS NATURAL SECO
Desde Tee Acero hasta S6-CAL-05 (Proyectado) (II)

N° DE PLANO: HOJA 2 DE 2

UCSM-HRHD-SGM-CF-M-DA-GNS-014

CF-002-CS-3 1/2"-GNS | REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	3	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH40 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	14232 MM
ACCESORIOS			
2	3X3	TEE SOLDABLE SCH40 ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	2
3	3	CODO 90° SOLDABLE RL SCH40 ASTM A234 GR.WPB	2
BRIDAS			
4	3	BRIDA WELDING NECK CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	5
EMPAQUETADURAS			
5	3	EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	5
PERNERÍA			
6	5/8	(4) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436 (126 MM LG)	2
7	5/8	(4) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436 (95 MM LG)	1
VALVULAS / ELEMENTOS EN LÍNEA			
8	3	VÁLVULA DE MARIPOSA 1/4 DE VUELTA TIPO WAFER CLASE 150 LO	2
9	3	BRIDA CIEGA CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	1
SOPORTERÍA			
10	3	SOPORTE DE ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36 TIPO SP-06	4

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN
1	3"	BW	×-1
2	3"	BW	1-3
3	3"	BW	3-1
4	3"	BW	1-3
5	3"	BW	3-1
6	3"	BW	1-2
7	3"	BW	2-1
8	3"	BW	1-1
9	3"	BW	1-4
10	3"	BW	4-1
11	3"	BW	1-2
12	3"	BW	2-4
13	3"	BW	4-1
14	3"	BW	1-4

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	3"	429	BISELADO	BISELADO
B	3"	1669	BISELADO	BISELADO
C	3"	2297	BISELADO	BISELADO
D	3"	6000	BISELADO	BISELADO
E	3"	3234	BISELADO	BISELADO
F	3"	541	BISELADO	BISELADO
G	3"	62	BISELADO	BISELADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

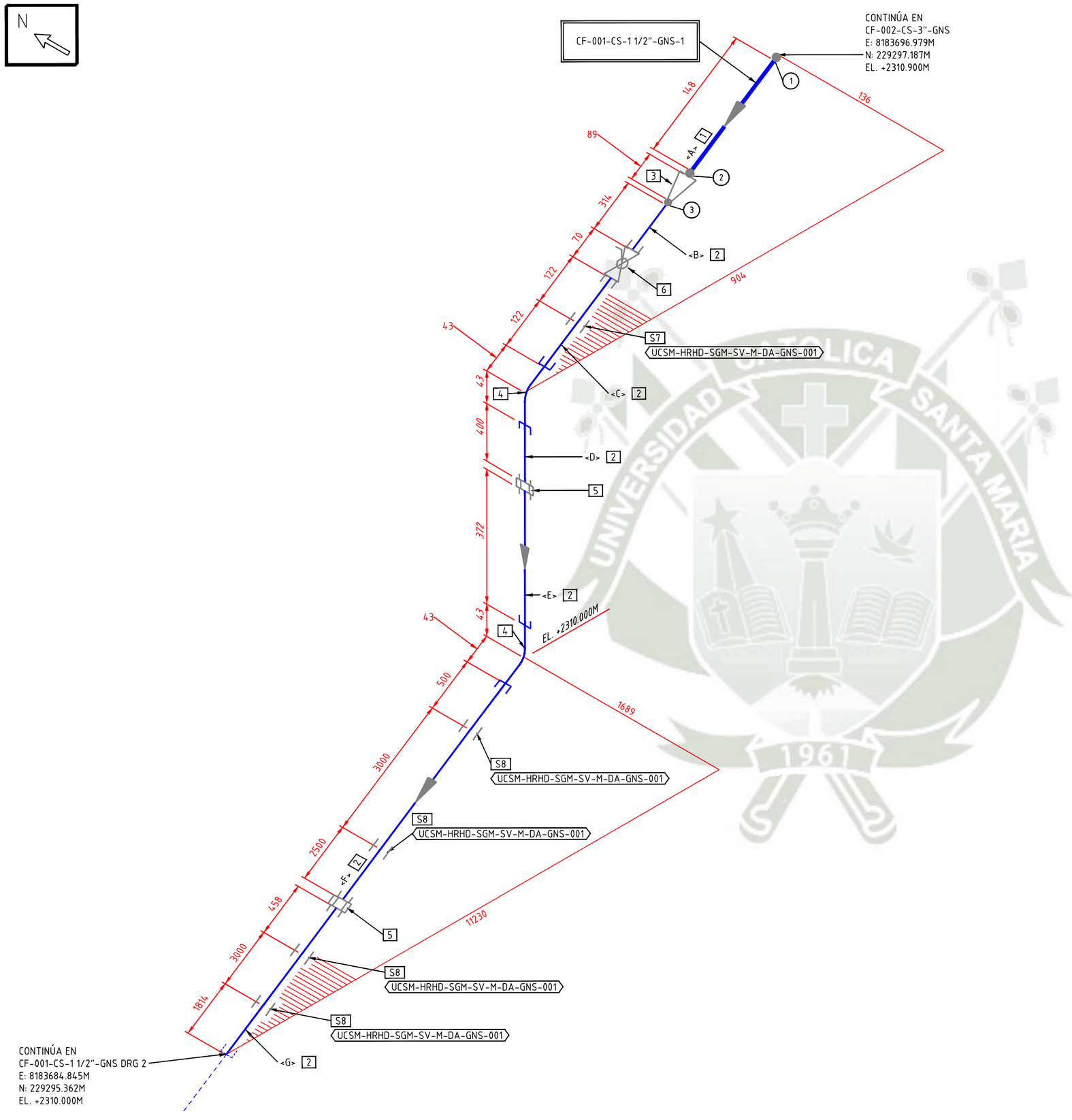
ID: 105

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE II: SISTEMA DE GAS NATURAL SECO
Distribuidor para Cocina y Grupo Electrógeno

Nº DE PLANO: HOJA 1 DE 1

UCSM-HRHD-SGM-CF-M-DA-GNS-015

CF-002-CS-3"-GNS REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	3	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH40 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	148 MM
2	1.1/2	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	12602 MM
ACCESORIOS			
3	3X1.1/2	REDUCCIÓN CONCÉNTRICA SOLDABLE ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	1
4	1.1/2	CODO 90° ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	2
5	1.1/2	UNION ROSCADA O ACOPLE UNIVERSAL ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	2
VALVULAS / ELEMENTOS EN LÍNEA			
6	1.1/2	VALVULA DE BOLA 1/4 DE VUELTA CON EXTREMOS ROSCADOS CLASE 800LB	1
SOPORTERÍA			
7	1.1/2	SOPORTE DE ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36 TIPO SP-02	1
8	1.1/2	SOPORTE DE ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36 TIPO SP-03	4

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN
1	3"	BW	×-1
2	3"	BW	1-3
3	1.1/2"	BW	3-2

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	3"	148	BISELADO	BISELADO
B	1.1/2"	314	BISELADO	ROSCADO
C	1.1/2"	244	ROSCADO	ROSCADO
D	1.1/2"	400	ROSCADO	ROSCADO
E	1.1/2"	372	ROSCADO	ROSCADO
F	1.1/2"	6000	ROSCADO	ROSCADO
G	1.1/2"	5272	ROSCADO	ROSCADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

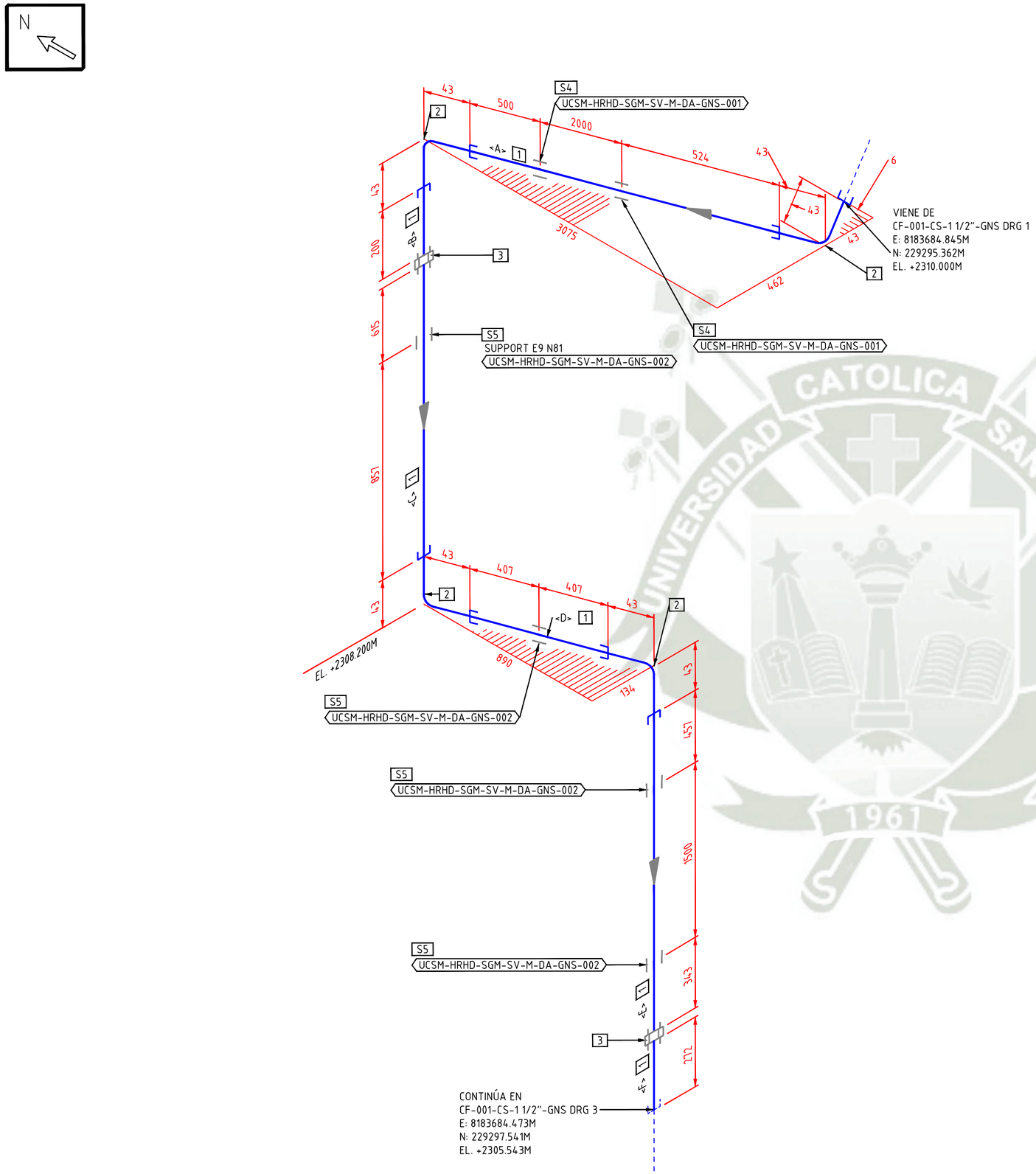
ID: 106

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE II: SISTEMA DE GAS NATURAL SECO
Desde Tee hasta Manifold para Cocina (I)

N° DE PLANO: HOJA 1 DE 4

UCSM-HRHD-SGM-CF-M-DA-GNS-016

CF-001-CS-1 1/2"-GNS | REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	1.1/2	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	8082 MM
ACCESORIOS			
2	1.1/2	CODO 90° ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	4
3	1.1/2	UNION ROSCADA O ACOPLE UNIVERSAL ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	2
SOPORTERÍA			
4	1.1/2	SOPORTE DE ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36 TIPO SP-03	2
5	1.1/2	SOPORTE DE ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36 TIPO SP-06	4

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	1.1/2"	3024	ROSCADO	ROSCADO
B	1.1/2"	200	ROSCADO	ROSCADO
C	1.1/2"	1472	ROSCADO	ROSCADO
D	1.1/2"	814	ROSCADO	ROSCADO
E	1.1/2"	2300	ROSCADO	ROSCADO
F	1.1/2"	272	ROSCADO	ROSCADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

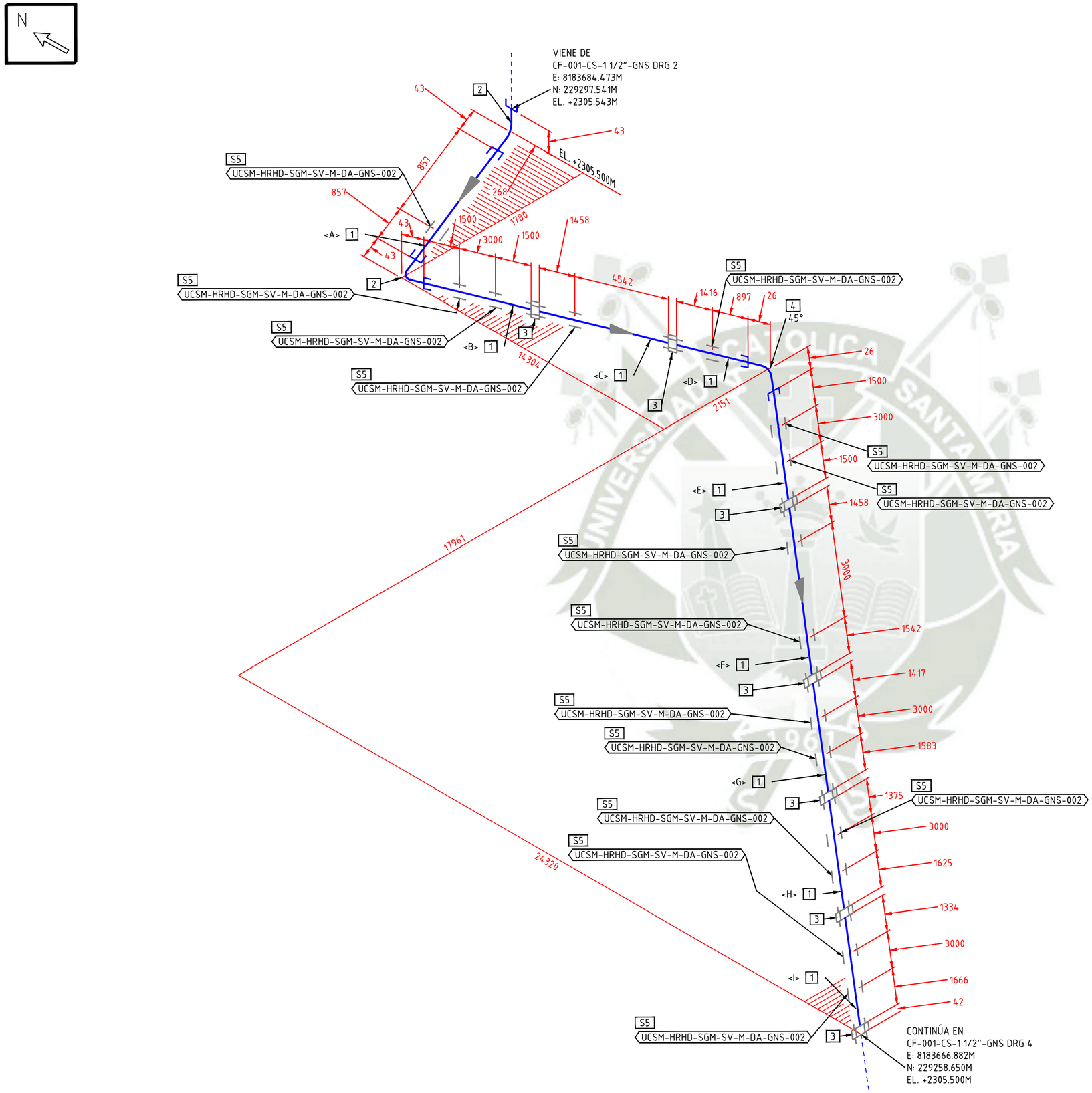
ID: 107

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE II: SISTEMA DE GAS NATURAL SECO
Desde Tee hasta Manifold para Cocina (II)

N° DE PLANO: HOJA 2 DE 4

UCSM-HRHD-SGM-CF-M-DA-GNS-017

CF-001-CS-1 1/2"-GNS | REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	1.1/2	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	46027 MM
ACCESORIOS			
2	1.1/2	CODO 90° ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	2
3	1.1/2	UNION ROSCADA O ACOPLE UNIVERSAL ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	7
4	1.1/2	CODO 45° ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	1
SOPORTERÍA			
5	1.1/2	SOPORTE DE ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36 TIPO SP-06	15

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	1.1/2"	1714	ROSCADO	ROSCADO
B	1.1/2"	6000	ROSCADO	ROSCADO
C	1.1/2"	6000	ROSCADO	ROSCADO
D	1.1/2"	2313	ROSCADO	ROSCADO
E	1.1/2"	6000	ROSCADO	ROSCADO
F	1.1/2"	6000	ROSCADO	ROSCADO
G	1.1/2"	6000	ROSCADO	ROSCADO
H	1.1/2"	6000	ROSCADO	ROSCADO
I	1.1/2"	6000	ROSCADO	ROSCADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

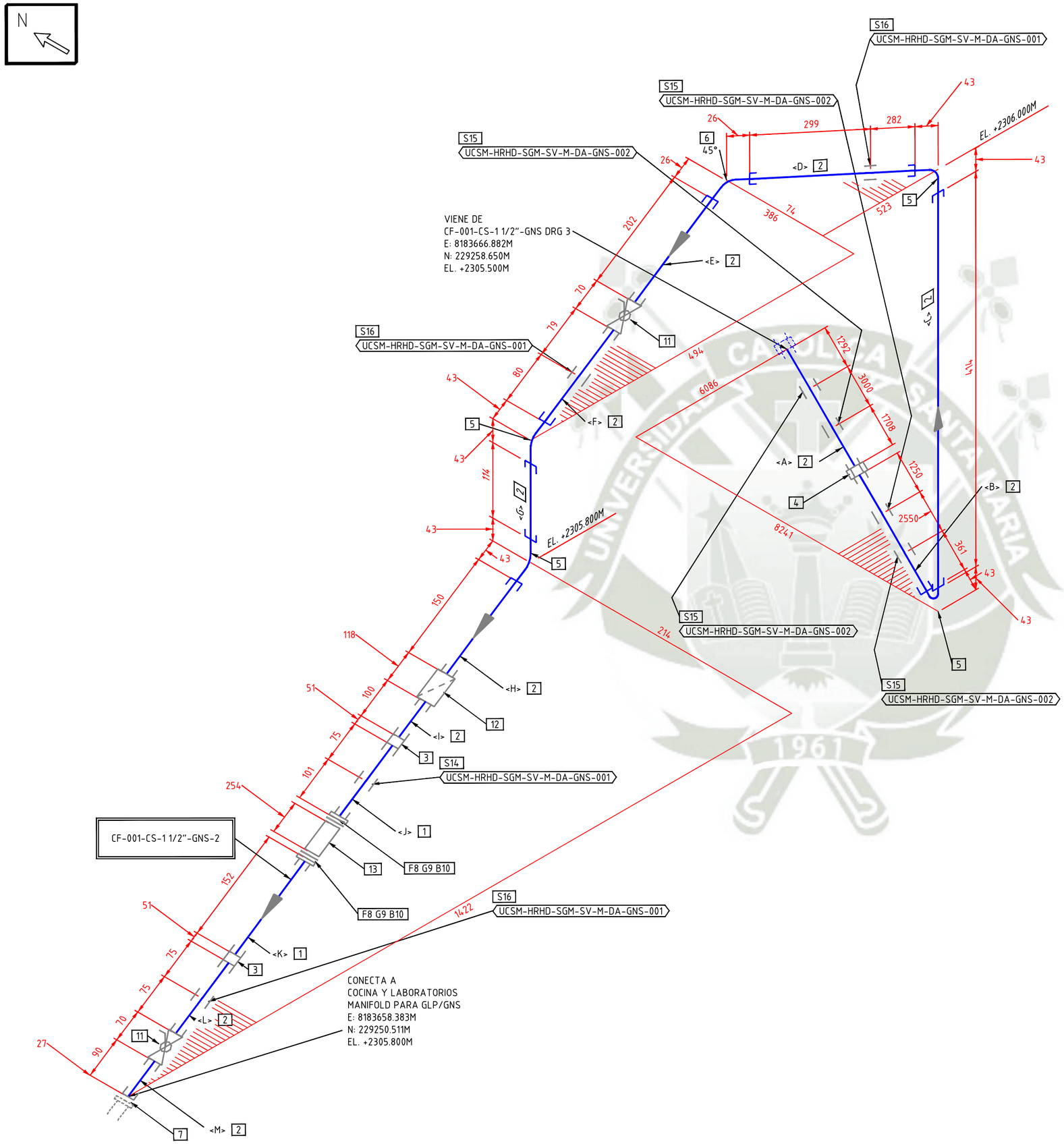
ID: 108

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE II: SISTEMA DE GAS NATURAL SECO
Desde Tee hasta Manifold para Cocina (III)

N° DE PLANO: HOJA 3 DE 4

UCSM-HRHD-SGM-CF-M-DA-GNS-018

CF-001-CS-1 1/2"-GNS | REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	2	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	276 MM
2	1.1/2	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	12121 MM
ACCESORIOS			
3	2X1.1/2	ACOPLE REDUCTOR ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	2
4	1.1/2	UNION ROSCADA O ACOPLE UNIVERSAL ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	1
5	1.1/2	CODO 90° ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	4
6	1.1/2	CODO 45° ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105 ASME B16.11	1
7	1.1/2	TAPÓN ROSCADO CLASE 3000 ASTM A105	1
BRIDAS			
8	2	BRIDA ROSCADA CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	2
EMPAQUETADURAS			
9	2	EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	2
PERNERÍA			
10	5/8	(4) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436 (83 MM LG)	2
VALVULAS / ELEMENTOS EN LÍNEA			
11	1.1/2	VALVULA DE BOLA 1/4 DE VUELTA CON EXTREMOS ROSCADOS CLASE 800LB	2
12	1.1/2	FILTRO TIPO Y EXTREMOS ROSCADOS CLASE 800LB	1
INSTRUMENTACIÓN			
13	2	REGULADOR DE PRESIÓN TIPO DIAFRAGMA MODELO DIVAL 700 EXTREMOS BRIDADOS CLASE 150 RF	1
SOPORTERÍA			
14	2	SOPORTE DE ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36 TIPO SP-03	1
15	1.1/2	SOPORTE DE ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36 TIPO SP-06	4
16	1.1/2	SOPORTE DE ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36 TIPO SP-03	3

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	1.1/2"	6000	ROSCADO	ROSCADO
B	1.1/2"	4161	ROSCADO	ROSCADO
C	1.1/2"	414	ROSCADO	ROSCADO
D	1.1/2"	581	ROSCADO	ROSCADO
E	1.1/2"	202	ROSCADO	ROSCADO
F	1.1/2"	159	ROSCADO	ROSCADO
G	1.1/2"	114	ROSCADO	ROSCADO
H	1.1/2"	150	ROSCADO	ROSCADO
I	1.1/2"	100	ROSCADO	ROSCADO
J	2"	150	ROSCADO	ROSCADO
K	2"	126	ROSCADO	ROSCADO
L	1.1/2"	150	ROSCADO	ROSCADO
M	1.1/2"	90	ROSCADO	ROSCADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

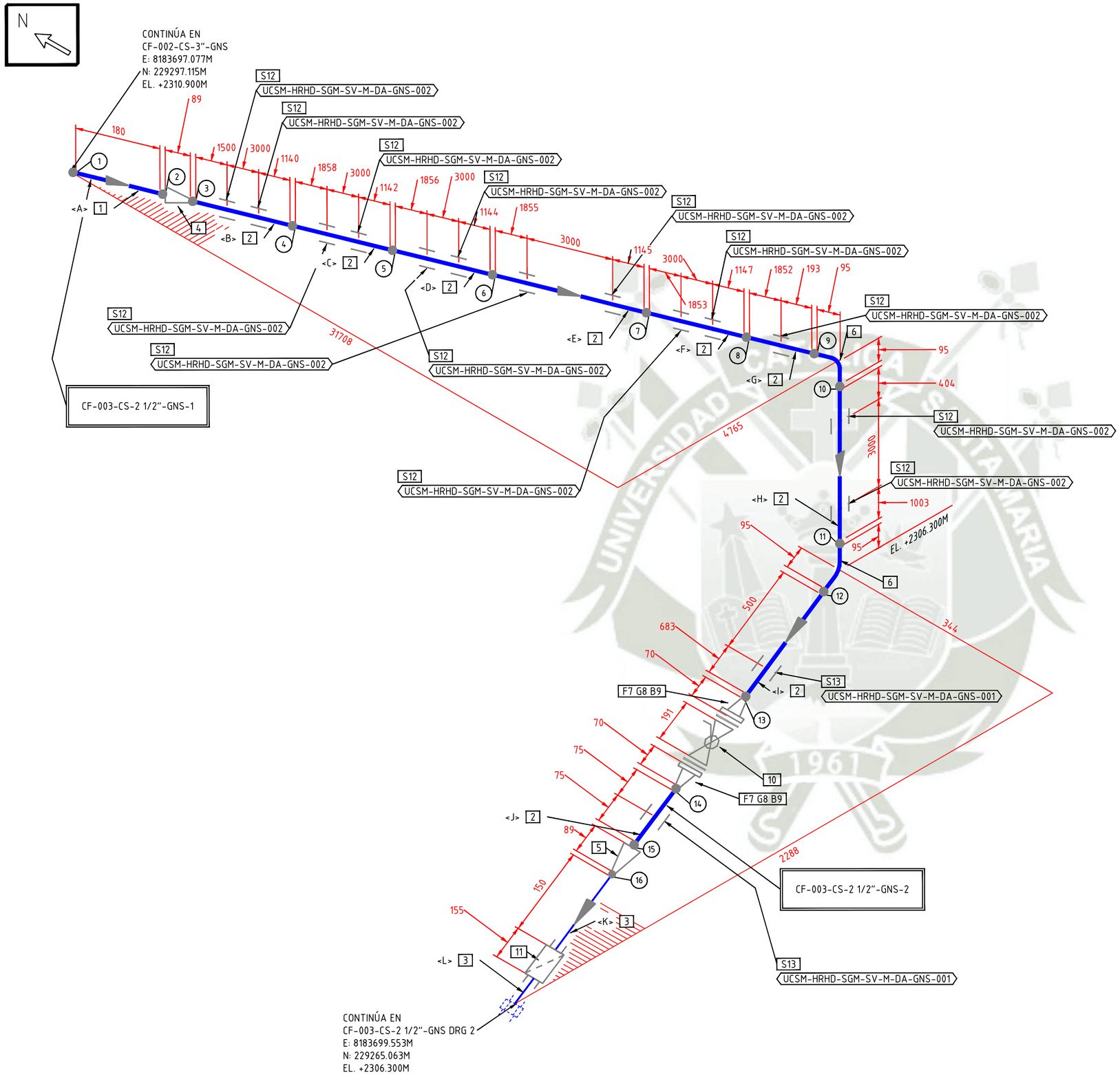
ID: 109

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE II: SISTEMA DE GAS NATURAL SECO
Desde Tee hasta Manifold para Cocina (IV)

N° DE PLANO: HOJA 4 DE 4

UCSM-HRHD-SGM-CF-M-DA-GNS-019

CF-001-CS-1 1/2"-GNS | REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	3	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH40 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	180 MM
2	2.1/2	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH40 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	37426 MM
3	2	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	300 MM
ACCESORIOS			
4	3X2.1/2	REDUCCIÓN CONCÉNTRICA SOLDABLE ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	1
5	2.1/2X2	REDUCCIÓN CONCÉNTRICA SOLDABLE ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	1
6	2.1/2	CODO 90° SOLDABLE RL SCH40 ASTM A234 GR.WPB	2
BRIDAS			
7	2.1/2	BRIDA WELDING NECK CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	2
EMPAQUETADURAS			
8	2.1/2	EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	2
PERNERÍA			
9	5/8	(4) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436 (89 MM LG)	2
VALVULAS / ELEMENTOS EN LÍNEA			
10	2.1/2	VÁLVULA DE BOLA 1/4 DE VUELTA CON EXTREMOS BRIDADOS CLASE 150	1
11	2	FILTRO TIPO Y EXTREMOS ROSCADOS CLASE 800LB	1
SOPORTERÍA			
12	2.1/2	SOPORTE DE ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36 TIPO SP-06	13
13	2.1/2	SOPORTE DE ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36 TIPO SP-03	2

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN
1	3"	BW	×-1
2	3"	BW	1-4
3	2.1/2"	BW	4-2
4	2.1/2"	BW	2-2
5	2.1/2"	BW	2-2
6	2.1/2"	BW	2-2
7	2.1/2"	BW	2-2
8	2.1/2"	BW	2-2
9	2.1/2"	BW	2-6
10	2.1/2"	BW	6-2
11	2.1/2"	BW	2-6
12	2.1/2"	BW	6-2
13	2.1/2"	BW	2-7
14	2.1/2"	BW	7-2
15	2.1/2"	BW	2-5
16	2"	BW	5-3

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	3"	180	BISELADO	BISELADO
B	2.1/2"	5640	BISELADO	BISELADO
C	2.1/2"	6000	BISELADO	BISELADO
D	2.1/2"	6000	BISELADO	BISELADO
E	2.1/2"	6000	BISELADO	BISELADO
F	2.1/2"	6000	BISELADO	BISELADO
G	2.1/2"	2045	BISELADO	BISELADO
H	2.1/2"	4407	BISELADO	BISELADO
I	2.1/2"	1184	BISELADO	BISELADO
J	2.1/2"	150	BISELADO	BISELADO
K	2"	150	BISELADO	ROSCADO
L	2"	150	ROSCADO	ROSCADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

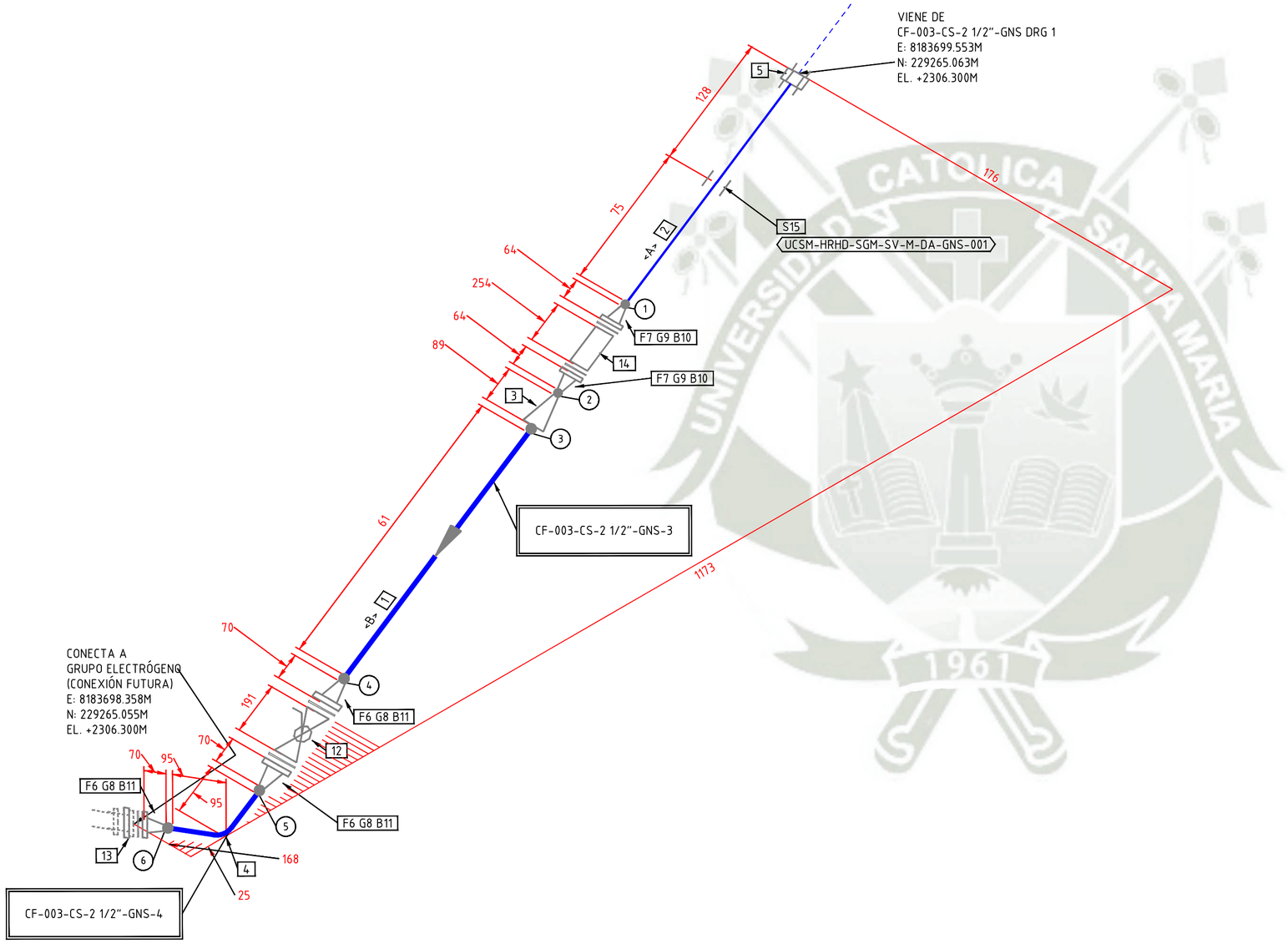
ID: 110

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE II: SISTEMA DE GAS NATURAL SECO
Desde Tee hasta Grupo Electrógeno (I)

N° DE PLANO: HOJA 1 DE 2

UCSM-HRHD-SGM-CF-M-DA-GNS-020

CF-003-CS-2 1/2"-GNS REV. B



LISTADO DE MATERIALES

ITEM	DIÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MATERIALES DE FABRICACIÓN			
TUBERÍAS			
1	2.1/2	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH40 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	61 MM
2	2	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO SCH80 ASTM A53 GR.B ASME B36.10	150 MM
ACCESORIOS			
3	2.1/2X2	REDUCCIÓN CONCÉNTRICA SOLDABLE ASTM A234 GR.WPB ASME B16.9	1
4	2.1/2	CODO 90° SOLDABLE RL SCH40 ASTM A234 GR.WPB	1
5	2	UNION ROSCADA O ACOPLE UNIVERSAL ROSCADO CLASE 3000 LB ASTM A105	1
BRIDAS			
6	2.1/2	BRIDA WELDING NECK CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	3
7	2	BRIDA WELDING NECK CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	2
EMPAQUETADURAS			
8	2.1/2	EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	3
9	2	EMPAQUETADURA CLASE 150, 1/8" ESPESOR	2
PERNERÍA			
10	5/8	(4) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436 (83 MM LG)	2
11	5/8	(4) PERNOS HEXAGONALES ASTM A193 GR.B7 + TUERCA ASTM A194 2H + ARANDELA PLANA F436 (89 MM LG)	3
VALVULAS / ELEMENTOS EN LÍNEA			
12	2.1/2	VÁLVULA DE BOLA 1/4 DE VUELTA CON EXTREMOS BRIDADOS CLASE 150	1
13	2.1/2	BRIDA CIEGA CLASE 150 ASTM A105 ASME B16.5	1
INSTRUMENTACIÓN			
14	2	REGULADOR DE PRESIÓN TIPO DIAFRAGMA MODELO DIVAL 700 EXTREMOS BRIDADOS CLASE 150 RF	1
SOPORTERÍA			
15	2	SOPORTE DE ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36 TIPO SP-03	1

LISTADO DE SOLDADURA

ITEM	DIÁMETRO	TIPO	UBICACIÓN
1	2"	BW	2-7
2	2"	BW	7-3
3	2.1/2"	BW	3-1
4	2.1/2"	BW	1-6
5	2.1/2"	BW	6-4
6	2.1/2"	BW	4-6

LISTADO DE CORTES

ITEM	DIÁMETRO	LONG.	PREP. 1	PREP. 2
A	2"	150	ROSCADO	BISELADO
B	2.1/2"	61	BISELADO	BISELADO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN	
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

ESCALA: INDICADA

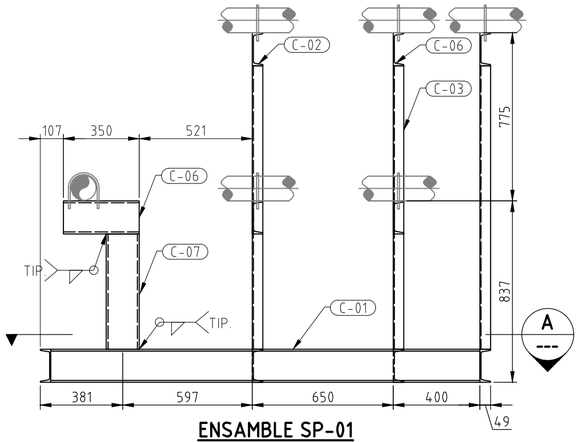
ID: 111

SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO
FASE II: SISTEMA DE GAS NATURAL SECO
Desde Tee hasta Grupo Electrógeno (II)

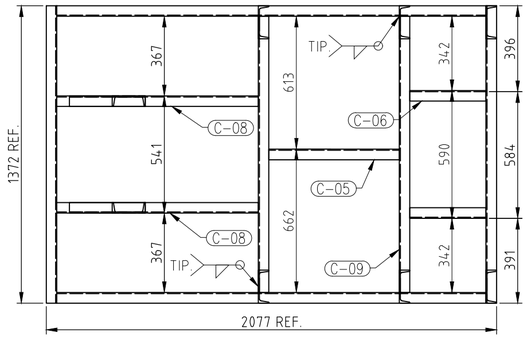
N° DE PLANO: HOJA 2 DE 2

UCSM-HRHD-SGM-CF-M-DA-GNS-021

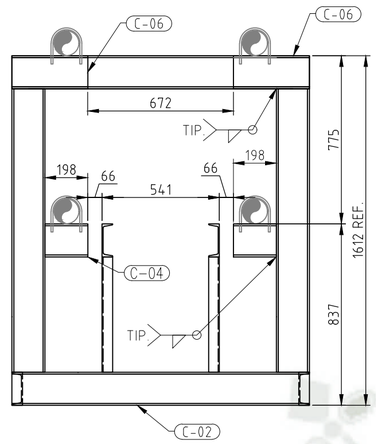
CF-003-CS-2 1/2"-GNS | REV. B

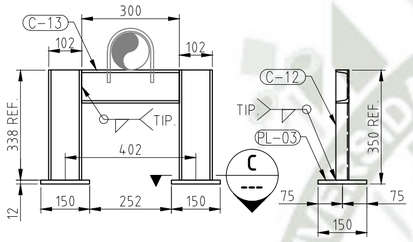


ENSAMBLE SP-01
ESCALA: 1:20

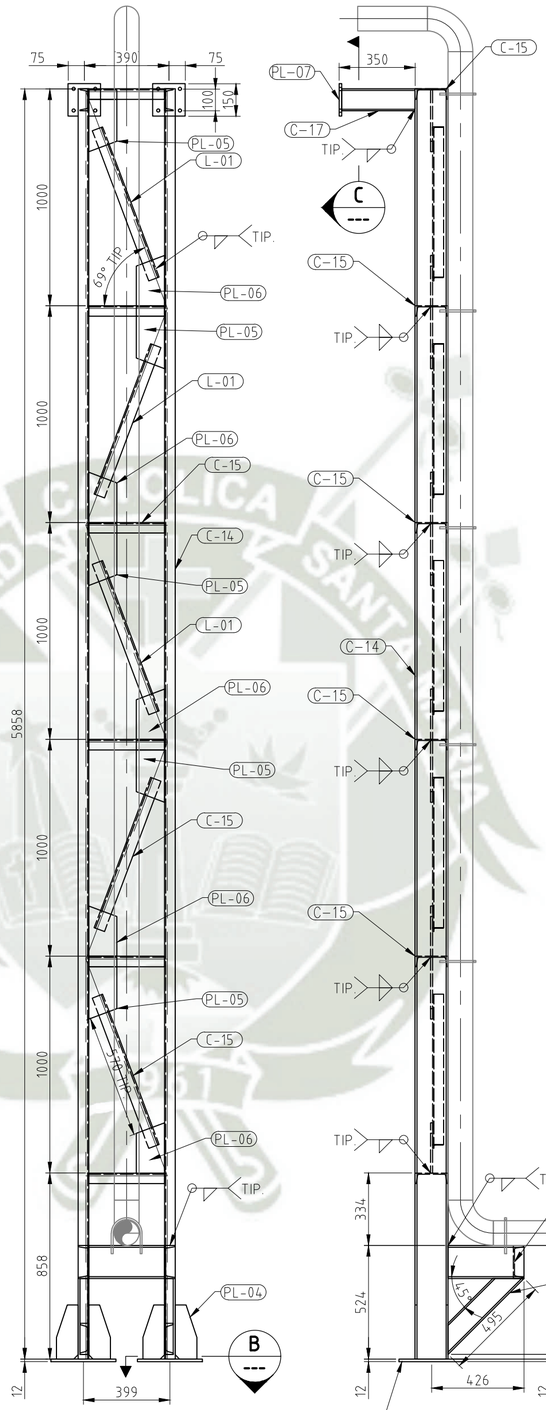


SECCION A
ESCALA: 1:20

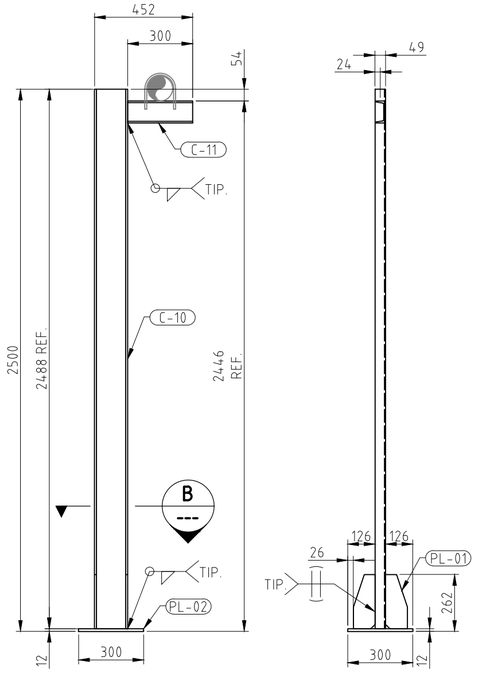




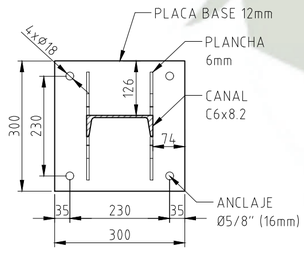
ENSAMBLE SP-03
ESCALA: 1:20



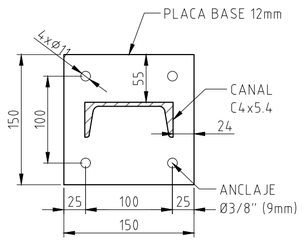
ENSAMBLE SP-04
ESCALA: 1:20



ENSAMBLE SP-02
ESCALA: 1:20



SECCION B
ESCALA: 1:10



SECCION C
ESCALA: 1:5

LISTADO DE MATERIALES / ENSAMBLE SP-01 / CANT: 01 UNIDAD								
ITEM	TAG	DESCRIPCION	LONGITUD	CANTIDAD	PESO [kg]		ÁREA [m²]	
					UNITARIO	TOTAL	UNITARIO	TOTAL
1	C-01	CANAL C6x8.2 ASTM A36	1979	1	24.34	24.34	1.58	1.58
2	C-02	CANAL C6x8.2 ASTM A36	1372	3	16.88	50.63	1.10	3.29
3	C-03	CANAL C6x8.2 ASTM A36	1308	6	16.09	96.53	1.05	6.28
4	C-04	CANAL C6x8.2 ASTM A36	198	4	2.44	9.74	0.16	0.63
5	C-05	CANAL C6x8.2 ASTM A36	601	1	7.39	7.39	0.48	0.48
6	C-06	CANAL C6x8.2 ASTM A36	350	8	4.31	34.44	0.28	2.24
7	C-07	CANAL C6x8.2 ASTM A36	532	2	6.54	13.09	0.43	0.85
9	C-08	CANAL C6x8.2 ASTM A36	929	2	11.43	22.85	0.74	1.49
10	C-09	CANAL C6x8.2 ASTM A36	1274	2	15.67	31.34	1.02	2.04
TOTAL			8543	29	-	290.35	-	18.88

LISTADO DE MATERIALES / ENSAMBLE SP-02 / CANT: 26 UNIDADES								
ITEM	TAG	DESCRIPCION	LONGITUD	CANTIDAD	PESO [kg]		ÁREA [m²]	
					UNITARIO	TOTAL	UNITARIO	TOTAL
1	C-10	CANAL C6x8.2 ASTM A36	2488	1	30.60	30.60	1.99	1.99
2	C-11	CANAL C4x5.4 ASTM A36	300	1	2.43	2.43	0.17	0.17
3	PL-01	PLANCHA 6mm ASTM A36	100×250	4	1.18	4.71	0.05	0.20
4	PL-02	PLANCHA 12mm ASTM A36	300×300	1	8.48	8.48	0.18	0.18
TOTAL			2788	7	-	46.22	-	2.54

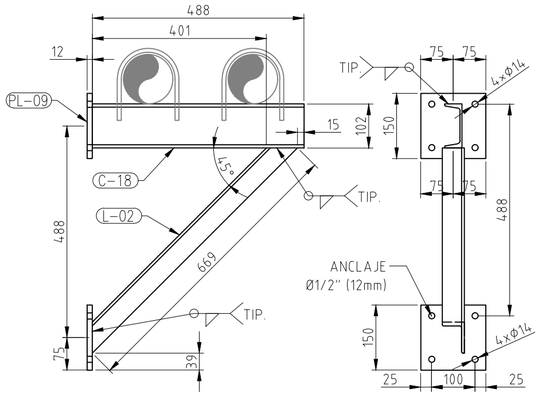
LISTADO DE MATERIALES / ENSAMBLE SP-03 / CANT: 34 UNIDADES								
ITEM	TAG	DESCRIPCION	LONGITUD	CANTIDAD	PESO [kg]		ÁREA [m²]	
					UNITARIO	TOTAL	UNITARIO	TOTAL
1	C-12	CANAL C4x5.4 ASTM A36	338	2	2.74	5.48	0.19	0.38
2	C-13	CANAL C4x5.4 ASTM A36	300	1	2.43	2.43	0.17	0.17
3	PL-03	PLANCHA 12mm ASTM A36	150×150	2	2.12	4.24	0.05	0.09
TOTAL			638	5	-	12.14	-	0.64

LISTADO DE MATERIALES / ENSAMBLE SP-04 / CANT: 02 UNIDADES								
ITEM	TAG	DESCRIPCION	LONGITUD	CANTIDAD	PESO [kg]		ÁREA [m²]	
					UNITARIO	TOTAL	UNITARIO	TOTAL
1	C-14	CANAL C6x8.2 ASTM A36	5858	2	72.05	144.11	4.69	9.37
2	C-15	CANAL C6x8.2 ASTM A36	350	9	4.31	38.75	0.28	2.52
3	C-16	CANAL C4x5.4 ASTM A36	495	2	4.01	8.02	0.28	0.55
4	C-17	CANAL C4x5.4 ASTM A36	338	2	2.74	5.48	0.19	0.38
5	L-01	ANGULO L2×2×1/4" ASTM A36	740	5	3.69	18.44	0.15	0.74
6	PL-04	PLANCHA 6mm ASTM A36	100×250	8	1.18	9.42	0.05	0.40
7	PL-05	PLANCHA 9mm ASTM A36	130×285	5	1.75	8.73	0.07	0.37
8	PL-06	PLANCHA 9mm ASTM A36	130×232	5	1.42	7.10	0.06	0.30
9	PL-07	PLANCHA 12mm ASTM A36	150×150	2	2.12	4.24	0.05	0.09
10	PL-08	PLANCHA 12mm ASTM A36	300×300	2	8.48	16.96	0.18	0.36
TOTAL			7781	33	-	232.94	-	14.34

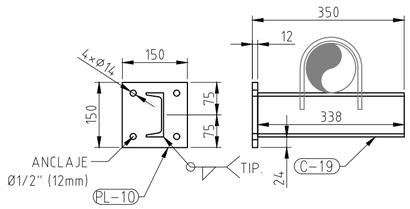
LAS LISTAS DE MATERIALES SON PARA 01 ENSAMBLE DE CADA TIPO.

Notas:
1. Todas las dimensiones en milímetros, mm.
2. La altura de los soportes son referenciales, se debe ajustar de acuerdo a los niveles topográficos finales.
3. Para la soldadura por arco eléctrico manual usar electrodos E70XX.
4. Anclaje mecánico embebido para los soportes SP-02 y SP-04.
5. Anclaje mecánico de expansión o químico (resina epóxica) para los soportes SP-01, SP-03, SP-05 y SP-06.

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA	
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN			
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA			
ESCALA: INDICADA	SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO FASE II: GAS NATURAL SECO SOPORTERÍA PARA TUBERÍAS DE GNS (I)			Nº DE PLANO:	
ID: 112				UCSM-HRHD-SGM-SV-M-DA-GNS-001	REV. B



ENSAMBLE SP-05
ESCALA: 1:20

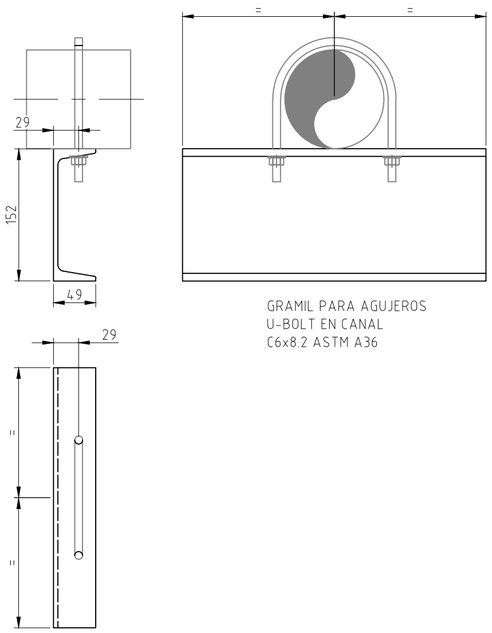


ENSAMBLE SP-06
ESCALA: 1:10

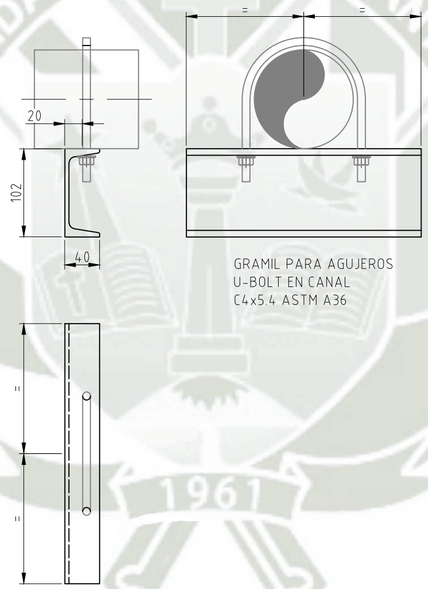
LISTADO DE MATERIALES / ENSAMBLE SP-05 / CANT: 01 UNIDAD								
ITEM	TAG	DESCRIPCION	LONGITUD	CANTIDAD	PESO [kg]		ÁREA [m^2]	
					UNITARIO	TOTAL	UNITARIO	TOTAL
1	C-18	CANAL C4x5.4 ASTM A36	488	1	3.95	3.95	0.27	0.27
2	L-02	ANGULO L2x2x1/4" ASTM A36	669	1	3.33	3.33	0.13	0.13
3	PL-09	PLANCHA 12mm ASTM A36	150x150	2	2.12	4.24	0.05	0.09
TOTAL			1157	4	-	11.53	-	0.50

LISTADO DE MATERIALES / ENSAMBLE SP-06 / CANT: 77 UNIDADES								
ITEM	TAG	DESCRIPCION	LONGITUD	CANTIDAD	PESO [kg]		ÁREA [m^2]	
					UNITARIO	TOTAL	UNITARIO	TOTAL
1	C-19	CANAL C4x5.4 ASTM A36	338	1	2.74	2.74	0.19	0.19
2	PL-10	PLANCHA 12mm ASTM A36	150x150	1	2.12	2.12	0.05	0.05
TOTAL			338	2	-	4.86	-	0.23

LAS LISTAS DE MATERIALES SON PARA 01 ENSAMBLE DE CADA TIPO.



DETALLE TIP
ESCALA: 1:5



DETALLE TIP
ESCALA: 1:5

Notas:
1. Todas las dimensiones en milímetros, mm.
2. La altura de los soportes son referenciales, se debe ajustar de acuerdo a los niveles topográficos finales.
3. Para la soldadura por arco eléctrico manual usar electrodos E70XX.
4. Anclaje mecánico embebido para los soportes SP-02 y SP-04.
5. Anclaje mecánico de expansión o químico (resina epóxica) para los soportes SP-01, SP-03, SP-05 y SP-06.

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA	
DIBUJO:	FEB-2022	M. HUAMÁN			
REVISIÓN:	FEB-2022	J. SIERRA			
ESCALA: INDICADA	SUMINISTRO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL SECO AL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO FASE II: GAS NATURAL SECO SOPORTERÍA PARA TUBERÍAS DE GNS (II)			N° DE PLANO:	
				UCSM-HRHD-SGM-SV-M-DA-GNS-002	
ID: 113					REV. B