REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS FÍSICAS Y FORMALES

PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

"DISEÑO DE UNA ESTACIÓN REDUCTORA DE PRESIÓN (CITY GATE) DE GAS NATURAL PROCEDENTE DE CAMISEA"

TOMO II

Tesis presentada por el Bachiller:
JUAN FELIPE CUADROS PRADO

Para optar el Título Profesional de:
Ingeniero Mecánico Electricista

AREQUIPA – PERÚ
2014

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, pues es el origen de la voluntad y las ideas que a toda persona llegan.

Agradezco a mis padres, hermanos, abuelos, tías y tíos por apoyarme en todo momento y sobre todo por la confianza depositada en mí.

Finalmente un agradecimiento especial a mis amigos más cercanos por ser para mí un modelo de superación y esfuerzo constante.

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 GENERAL

1. INTRODUCCIÓN 16

1.1. INTRODUCCIÓN 17
1.2. ALCANCE DEL TRABAJO 17
1.3. OBJETIVOS DEL PROYECTO 18
1.3.1. Objetivo general 18
1.3.2. Objetivos específicos 18
1.4. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA 19
1.6. UBICACIÓN GEOGRÁFICA 20
1.7. CLIMA DE LA LOCALIDAD 22
1.8. OTRAS CONDICIONES 23

2. MARCO TEÓRICO 24

2.1. GENERALIDADES DEL GAS NATURAL 25
2.2. SHALE GAS (GAS ESQUISTO) 27
2.3. RESERVAS DE GAS NATURAL EN EL MUNDO 28
2.4. RESERVAS DE GAS NATURAL EN AMÉRICA LATINA 29
2.5. PRODUCCIÓN DE GAS NATURAL A NIVEL MUNDIAL 31
2.6. PRODUCCIÓN DE GAS NATURAL EN AMÉRICA LATINA 33
2.7. PRECIO DEL GAS NATURAL 35
2.8. ANTECEDENTES 39
2.8.1. Historia del proyecto Camisea 39
2.8.2. El Proyecto Camisea 41
2.8.3. Gasoducto Sur Peruano 46
2.9. CURVA EVOLVENTE DEL FLUIDO 49
2.10. TEMPERATURA DE FORMACIÓN DE HIDRATOS 51
2.11. VELOCIDAD EROSIONAL 53
2.12. VELOCIDAD DE OPERACIÓN 55
2.13. TUBERÍAS 56
2.14. SISTEMA DE ODORIZACION 57
2.15. ÁREA CLASIFICADA 62
2.16. FACTOR DE POTENCIA 65
2.17. ILUMINACIÓN 65
2.18. MODULO RECTIFICADOR REDUNDANTE 67
2.19. CARGAS DE SUMINISTRO ININTERRUMPIDO DE ENERGÍA (UPS) 68

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

2.20. ALIMENTADORES 69
2.21. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA 73
2.21.1. Importancia del sistema de puesta a tierra 73
2.21.2. Consideraciones generales 74

3. IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO 75

3.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO 76
3.2. CÓDIGOS, NORMAS Y ESTÁNDARES 76
3.3. SISTEMA DE UNIDADES 76
3.4. RESTRICCIONES AL DISEÑO 77
3.5. IDENTIFICACIÓN DE INSTRUMENTOS, EQUIPOS, LÍNEAS DE PROCESO Y CONDUCTORES ELÉCTRICOS 78
3.5.1. Clases de tubería (rating) 78
3.5.2. Código de tensión nominal 79
3.5.3 Identificación de instrumentos 80
3.5.4. Identificación de equipos 82
3.5.5. Identificación de Líneas de Proceso 85
3.5.6. Identificación de conductores 87

4. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO 89

4.1. CAPACIDAD DE DISEÑO 90
4.2. ESCALABILIDAD DE CONSUMO 93
4.3. CARACTERÍSTICAS DEL GAS DE CAMISEA 95
4.4. CONDICIONES DE TEMPERATURA 97
4.5. CONDICIONES DE PRESIÓN 98
4.6. OTRAS CONDICIONES 99
4.7. FILOSOFÍA DE OPERACIÓN, CONTROL Y SHUTDOWN 101
4.7.1. Sistema de bloqueo del concesionario (TGP) 104
4.7.1.1. Supervisión 104
4.7.1.2. Protección 105
4.7.2. Sistema de bloqueo de la instalación 105
4.7.2.1 Supervisión 106
4.7.2.2. Protección 106
4.7.3. Sistema de Filtración 107
4.7.3.1. Filtro Ciclónico CGC-FC-201 108
4.7.3.1.1. Supervisión 108
4.7.3.1.2. Protección 109
4.7.3.2. Filtro Ciclónico CGC-FC-202 109
4.7.3.2.1. Supervisión 109

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

4.7.3.2.2. Protección **109**
4.7.3.3. Filtro Separador CGC-FS-201 **110**
4.7.3.3.1. Supervisión **110**
4.7.3.3.2. Control **111**
4.7.3.3.3. Protección **111**
4.7.3.4. Filtro Separador CGC-FS-202 **112**
4.7.3.4.1. Supervisión **112**
4.7.3.4.2. Control **113**
4.7.3.4.3. Protección **113**
4.7.3.5. Supervisión del sistema de filtración **114**
4.7.4. Sistema de Condensados **114**
4.7.4.1. Supervisión **114**
4.7.4.2. Protección **115**
4.7.5. Sistema de Medición **115**
4.7.6. Sistema de Calentamiento **117**
4.7.6.1. Calentador CGC-CL-201 **118**
4.7.6.1.1. Supervisión **118**
4.7.6.1.2. Control **119**
4.7.6.1.3. Protección **119**
4.7.6.2. Calentador CGC-CL-202 **119**
4.7.6.2.1. Supervisión **120**
4.7.6.2.2. Control **120**
4.7.6.2.3. Protección **120**
4.7.7. Sistema de regulación a red de acero **121**
4.7.7.1. Control **121**
4.7.7.2. Protección **123**
4.7.8. Sistema de Odorizacion **123**
4.7.9. Sistema de bloqueo red de acero **125**
4.7.9.1. Supervisión **125**
4.7.9.2. Protección **125**
4.7.10. Sistema de bloqueo red de polietileno **126**
4.7.10.1. Protección **127**
4.7.11. Sistema de medición a red de polietileno **128**
4.7.11.1. Supervisión **128**
4.7.12. Sistema De Calentamiento Red De Polietileno **128**
4.7.12.1 Control **129**
4.7.13. Sistema de regulación a red de polietileno **129**
4.7.13.1. Supervisión **130**
4.7.13.2. Control **130**
4.7.13.3. Protección **131**
4.7.14. Sistema de Despresurización **132**

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

4.7.14.1. Supervisión 132
4.8. FLEXIBILIDAD OPERATIVA 132
4.8.1. Inicio de operaciones del City Gate 133
4.8.2. Arranque temprano 133
4.8.2.1 Sistema de control de proceso y Fire and Gas 134
4.8.2.2. Posibles escenarios de falta de equipos 135

5. DISEÑO Y EQUIPAMIENTO MECÁNICO 140

5.1. CRITERIOS DE DISEÑO 141
5.2. CARACTERÍSTICAS DEL FLUIDO 142
5.2.1. Curva evolvente del fluido 142
5.2.2. Temperatura De Formación De Hidratos 144
5.3. CONDICIONES DE OPERACIÓN 145
5.3.1. Presión de operación 145
5.3.2. Caudales de operación 145
5.3.3. Temperaturas de operación 146
5.4. CALCULO DE LA VELOCIDAD EROSIONAL 147
5.5. VELOCIDAD DE OPERACIÓN 151
5.6. CALCULO DE TUBERÍAS 153
5.6.1. Tuberías de alta presión 153
5.6.2. Tuberías de media presión 155
5.6.3. Tuberías de baja presión 156
5.7. ARREGLO GENERAL DE LA INSTALACIÓN 157
5.8. REVISIÓN HIDRÁULICA (ESCENARIOS) 161
5.8.1. Evaluación hidráulica (N°1): presión mínima, temperatura máxima y caudal máximo 161
5.8.2. Evaluación térmica (N°2): presión máxima, temperatura mínima y caudal máximo 162
5.8.3. Evaluación térmica (N°3): presión mínima, temperatura mínima y caudal máximo 162
5.8.4. Evaluación de capacidad (N°4): presión máxima, temperatura mínima y caudal reducido 163
5.8.5. Resumen de escenarios 164
5.8.6. Caídas de presión en equipos 164
5.8.7. Configuración del city gate para la simulación 165
5.8.8. Modelado del city gate 166
5.9. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN TERMOHIDRAULICA 167
5.9.1. Determinación de la carga térmica de los calentadores 172
5.10. CARACTERÍSTICAS DE LAS TUBERÍAS A EMPLEAR 174
5.10.1. Selección de accesorios 178
5.10.2. Desarrollo de Piping Class 181

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

5.11. LISTADO DE LÍNEAS DE PROCESO 182
5.12. EQUIPAMIENTO 184
5.12.1. Calentadores de gas 184
5.12.2. Calentador a gas 187
5.12.3. Sistema de odorización 189
5.12.3.1. Bomba de inyección de odorante 189
5.12.3.2. Tanque de almacenamiento de odorante 189
5.12.3.3. Instrumentación 190
5.12.4. Filtros Separadores 192
5.12.5. Filtros ciclónicos 195
5.12.6. Tambor de condensados 197
5.13. DISEÑO DE SOPORTES 199
5.13.1. Condiciones Para Dimensionar Soportes 199
5.13.2. Codificación de soportes 201
5.13.3. Cálculo estructural generalizado 202

6. DISEÑO Y EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO 208

6.1. MEMORIA DESCRIPTIVA DEL SISTEMA ELÉCTRICO 209
6.1.1. Identificación y clasificación de áreas peligrosas 209
6.1.2. Sistema se alimentaciones en baja tensión 210
6.1.3. Sistema de iluminación exterior 212
6.1.4. Sistema de iluminación interior y tomacorrientes 213
6.1.5. Sistema de iluminación de emergencia 214
6.1.6. Sistema de puesta a tierra 215
6.2. CALCULO DE CARGAS DE ILUMINACIÓN Y TOMACORRIENTES 215
6.2.1. Alumbrado y tomacorrientes interiores 215
6.2.1.1. Iluminación cuarto de control 216
6.2.1.1.1. Iluminación de emergencia del cuarto de control 218
6.2.1.2 Iluminación cuarto de instrumentación 219
6.2.1.2.1. Iluminación de emergencia del cuarto de instrumentación 220
6.2.1.3. Iluminación cocina/comedor 221
6.2.1.3.1. Iluminación de emergencia cocina/comedor 223
6.2.1.4. Iluminación servicios higiénicos (baño) 223
6.2.1.5. Iluminación exclusa 225
6.2.1.5.1. Iluminación de emergencia exclusa 227
6.2.1.6. Iluminación área común 227
6.2.1.6.1. Iluminación de emergencia área común 229
6.2.1.7. Iluminación cuarto eléctrico 230
6.2.1.8. Iluminación cuarto de baterías 231
6.2.1.9. Iluminación caseta de vigilancia 235

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

6.2.2. Alumbrado exterior 238
6.2.2.1. Área de procesos 240
6.2.2.2. Área de tránsito de vehículos 243
6.2.3. Alumbrado exterior de emergencia 247
6.3. CÁLCULO DE CARGAS DE OPERACIÓN 248
6.3.1. Cargas modulo rectificador redundante 249
6.3.2. Cargas de suministro ininterrumpido de energía (UPS) 252
6.3.3. Cargas de equipos de proceso y soporte 254
6.4. RESUMEN DE CARGAS DE LA INSTALACIÓN 257
6.5. CALCULO DE ALIMENTADORES ELÉCTRICOS 262
6.7. SISTEMA DE PUESTA ATIERRA 274
6.7.3. Diseño del sistema de puesta a tierra 274
6.7.3.1 Características del terreno 274
6.7.3.2. Parámetros de diseño 274
6.7.3.3. Calculo del sistema 277
6.7.3.4. Análisis de resultados 279

7. CONCLUSIONES 283

8. RECOMENDACIONES 286

9. BIBLIOGRAFÍA 289

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

Tabla 1: Datos climatológicos – Chincha
Tabla 2: Composición general del gas natural
Tabla 3: Identificación del Proyecto
Tabla 4: Restricciones al Diseño
Tabla 5: Clase de Tuberías
Tabla 6: Tensión Nominal Corriente Alterna
Tabla 7: Tensión Nominal Corriente Continua
Tabla 8: Identificación de Instrumentos
Tabla 9: Códigos de Operaciones Unitarias
Tabla 10: Identificación de Equipos
Tabla 11: Codificación de Equipos
Tabla 12: Identificación de Líneas de Proceso
Tabla 13: Codificación de Servicios
Tabla 14: Tipo de Aislamiento
Tabla 15: Numero de Correlativos en los Servicios
Tabla 16: Identificación de Conductores
Tabla 17: Tipo de Conductor
Tabla 18: Consumos de Gas Natural de Grandes Industrias y Ciudades
Tabla 19: Características del Gas Natural de Camisea
Tabla 20: Condiciones estándar del Gas de Camisea
Tabla 21: Condiciones de Presión TGP
Tabla 22: Condiciones de Presión a la Salida del CG
Tabla 23: Pressure –Temperature Ratings for Group 1.1 Materials , ASME B16.5
Tabla 24: Presión de Diseño
Tabla 25: Flexibilidad Operativa
Tabla 26: Posibles Escenarios De Falta De Equipos
Tabla 27: Condiciones de Presión
Tabla 28: Caudales de Operación
Tabla 29: Temperatura de Operación
Tabla 30: Datos para el Cálculo de la Velocidad Erosional
Tabla 31: Constantes para el Cálculo de la Velocidad Erosional
Tabla 32: Velocidad Erosional y velocidad máxima
Tabla N° 33: Primera aproximación de diámetros
Tabla 34: Datos para el cálculo de diámetros de alta presión
Tabla 35: Resultados del cálculo de diámetros de alta presión
Tabla 36: Datos para el cálculo de diámetros de media presión (red de acero)
Tabla 37: Resultados del cálculo de diámetros de media presión (red de acero)

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 38: datos para el cálculo de diámetros de media presión (red de polietileno)
Tabla 39: Resultados del cálculo de diámetros de media presión (red de polietileno)
Tabla 40: Datos para el cálculo de diámetros de baja presión
Tabla 41: Resultados del cálculo de diámetros de baja presión
Tabla 42: Cálculo de longitud equivalente
Tabla 43: Escenario N°1
Tabla 44: Escenario N°2
Tabla 45: Escenario N°3
Tabla 46: Escenario N°4
Tabla 47: Resumen de Escenarios
Tabla 48: Caídas de presión en equipos
Tabla 49: Resultados evaluación escenario N°1
Tabla 50: Resultados unidades de regulación escenario N°1
Tabla 51: Resultados unidades de regulación escenario N°2
Tabla 52: Resultados unidades de regulación escenario N°3
Tabla 53: Resultados unidades de regulación escenario N°4
Tabla 54: Resumen de resultados
Tabla 55: Resultados térmicos escenario N°1
Tabla 56: Resultados térmicos escenario N°2
Tabla 57: Resultados térmicos escenario N°3
Tabla 58: Resultados térmicos escenario N°4
Tabla 59: Listado de líneas de proceso
Tabla 60: Ficha técnica calentadores de gas
Tabla 61: Ficha técnica calentadores a gas
Tabla 62: Condiciones de diseño sistema odorizador
Tabla 63: Requerimientos sistema odorizador
Tabla 64: Ficha técnica filtros separadores
Tabla 65: Ficha técnica filtros ciclónicos
Tabla 66: Ficha técnica tambor de condensados
Tabla 67: Peso y separación de tuberías de gas
Tabla 68: Codificación de soportes
Tabla 69: Condiciones para simular soportes
Tabla 70: Condiciones para Iluminación cuarto de control
Tabla 71: Puertas y ventanas cuarto de control
Tabla 72: Condiciones para iluminación cuarto de instrumentación
Tabla 73: Puertas y ventanas cuarto de instrumentación
Tabla 74: Condiciones para iluminación cocina / comedor
Tabla 75: Puertas y ventanas cocina / comedor
Tabla 76: Condiciones para iluminación servicios higiénicos
Tabla 77: Puertas y ventanas servicios higiénicos
Tabla 78: Condiciones para iluminación exclusa

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 79: Puertas y ventanas exclusa
Tabla 80: Condiciones para iluminación área común
Tabla 81: Puertas y ventanas área común
Tabla 82: Cargas tablero cuarto de control y oficinas
Tabla 83: Condiciones para cuarto eléctrico
Tabla 84: Puertas y ventanas cuarto eléctrico
Tabla 85: Condiciones para cuarto de baterías
Tabla 86: Puertas y ventana cuarto de baterías
Tabla 87: Condiciones para caseta de vigilancia
Tabla 88: Puertas y ventana caseta de vigilancia
Tabla 89: Cargas tablero caseta de vigilancia
Tabla 90: Luminarias alumbrado exterior
Tabla 91: Factores de mantenimiento
Tabla 92: Resultados Iluminación Área de Procesos
Tabla 93: Datos cálculo de iluminación de vías
Tabla 94: Configuración de calles
Tabla 95: Tabla de reflectividades
Tabla 96: Cargas Tablero Iluminación Exterior
Tabla 97: Cargas tablero iluminación exterior de emergencia
Tabla 98: Cargas sistema rectificador redundante
Tabla 99: Cargas sistema UPS
Tabla 100: Cargas de equipos de proceso y soporte
Tabla 101: Cargas tablero principal
Tabla 102: Resumen de cargas del city gate
Tabla 103: Distancias de alimentadores
Tabla 104: Cálculo de conduits y alimentadores
Tabla 105: Longitud de la malla de Puesta a Tierra

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 GRÁFICOS

Grafico 1: Ubicación geográfica - Chincha
Grafico 2: Reservas probadas de gas natural en el mundo
Grafico 3: Reservas probadas de gas Natural en América latina
Grafico 4: Esquema básico de extracción de gas natural
Grafico 5: Producción de gas natural en el mundo
Grafico 6: Producción de gas natural en América Latina
Grafico 7: Relación entre el precio del petróleo y del gas natural (1990-2005)
Grafico 8: Precio del gas natural (diferentes indicadores)
Grafico 9: Reservas de gas afectadas por el Shale Gas
Grafico 11: Gasoducto Camisea – Lima, red existente
Grafico 12: Gasoducto Perú LNG
Grafico 13: Poliducto Camisea
Grafico 14: Gasoducto Sur Peruano - Elevación
Grafico 15: Gasoducto Sur Peruano - Recorrido
Grafico 16: Área clasificada para equipos
Grafico 17: Área clasificada para tuberías
Grafico 18: Esquema General de Iluminación
Grafico 19: Esquema de Distribución de Gas en el Departamento de Ica
Grafico 20: Consumo industrial de Gas Natural
Grafico 21: Consumo Regulado de Gas Natural
Grafico 22: Diagrama de flujo City Gate
Grafico 23: Curva Evolvente del Gas Natural de Camisea
Grafico 24: Curva de Formación de Hidratos
Gráfico 25: Longitudes equivalentes para distintos accesorios
Grafico 26: Selección material tubería de alta presión (8”)
Grafico 27: Selección material tubería de media presión (2”)
Grafico 28: Selección material tubería de media presión (10”)
Grafico 29: Selección material tubería de baja presión (4”)
Grafico 30: Tablas para selección de materiales de accesorios
Grafico 31: Simulación soporte M1
Grafico 32: Simulación soporte M2
Grafico 33: Simulación soporte M3
Grafico 34: Simulación soporte M4
Grafico 35: Simulación soporte M5
Grafico 36: Extensión de área clasificada
Grafico 37: Resultados iluminación cuarto de control
Grafico 38: Resultados iluminación de emergencia cuarto de control

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Grafico 39: Resultados iluminación de cuarto de instrumentación
Grafico 40: Resultados iluminación de emergencia de cuarto de instrumentación
Grafico 41: Resultados iluminación de cocina / comedor
Grafico 42: Resultados iluminación de servicios higiénicos
Grafico 43: Resultados iluminación exclusa
Grafico 44: Resultados iluminación de emergencia exclusa
Grafico 45: Resultados iluminación de emergencia área común
Grafico 46: Resultados iluminación cuarto eléctrico
Grafico 47: Resultados iluminación cuarto de baterías
Grafico 48: Resultados iluminación caseta de vigilancia
Grafico 49: Valores de iluminación
Grafico 50: Esquema de iluminación área de procesos
Grafico 51: Esquema de área de procesos iluminada
Grafico 52: Resultados iluminación de vías
Grafico 53: Esquema de iluminación de emergencia área de procesos
Grafico 54: Cableado cuarto de control y oficinas (iluminación e iluminación de emergencia)
Grafico 55: Cableado cuarto eléctrico y de baterías (iluminación y tomas)
Grafico 56: Cableado cuarto de control y oficinas (tomacorrientes regulados y normales)
Grafico 57: Iluminación y tomacorrientes caseta de vigilancia
Grafico 58: Planimetría cableado exterior
Grafico 59: Porcentaje de llenado de conduits y tuberías
Grafico 60: Resistividades medias de terrenos típicos
Grafico 61: Esquema malla de puesta a tierra
Grafico 62: Resultados malla puesta a tierra
Grafico 63: Máximas tensiones de toque y de paso permitidas
Grafico 64: Tensiones de Toque (3D y 2D)
Grafico 65: Tensiones de Paso (3D y 2D)

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

El presente trabajo fue desarrollado con la finalidad de exponer el procedimiento de cálculo y mínimas consideraciones requeridas para el diseño de una estación de regulación de presión de gas natural en el campo térmico, hidráulico y eléctrico. Esto en un contexto nacional en el que la necesidad de nuevas fuentes de energía son requeridas y el gas natural presenta una alternativa económica, y limpia.

El primer capítulo nos muestra de forma clara y precisa el contexto en que nuestro país se encuentra en relación al desarrollo de la industria del gas natural.

El segundo capítulo recopila los conceptos fundamentales para comprender el funcionamiento y las consideraciones mínimas que debe tener un City Gate.

El tercer capítulo desarrolla una codificación adecuada para todos los aspectos del trabajo, de manera que su comprensión tanto en la lectura del trabajo como la interpretación de planos sea fácil de realizar.

El cuarto capítulo explica en su totalidad el proceso al que debe someterse el gas para poder ingresarlo a una ciudad y utilizarlo.

El quinto y sexto capítulo desarrollan en su totalidad los criterios técnicos expuestos en todos los capítulos anteriores para dar paso a un correcto procedimiento de cálculo, dimensionamiento y selección de equipos para un City Gate

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

This work was developed with the aim of exposing the calculation procedure and minimum required considerations for designing a pressure regulating station of natural gas in the thermal, hydraulic and electric field. This in a national context in which the need for new sources of energy are required and natural gas presents a clean and economical alternative.

The first chapter shows us clearly and precisely the context in which our country is in relation to the development of the natural gas industry.

The second chapter lists the key concepts for understanding the operation and minimum considerations that must have a City Gate.

The third chapter develops an appropriate encoding for all aspects of the work, so that their understanding of reading the work and the interpretation of drawings will be easy.

The fourth chapter fully explain the process to which the gas must pass to submit to a city and use it.

The fifth and sixth chapter fully develop the technical criteria contained in all preceding chapters to make a correct calculation procedure, sizing and selection of equipment for a City Gate.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

1.1. INTRODUCCIÓN

La demanda energética en el Perú en la actualidad está creciendo de manera exponencial, lo cual conlleva a la producción de más energía y a un plan de desarrollo energético a gran escala. Esto implica la utilización de nuevas fuentes de energía y de mayor aprovechamiento de las energías disponibles en el País; De manera que se pueda satisfacer la demanda interna a precios razonables. En este contexto en el país la industria del gas natural ha empezado a desarrollarse con la construcción de gasoductos para movilizar el gas y con esto la construcción de centros operacionales, city gates, estaciones de compresión y estaciones de regulación para su distribución.

El diseño de cualquiera de estas instalaciones debe realizarse de la manera más segura posible por el grado de inflamabilidad del gas natural, que implica siempre un alto riesgo para las personas. El peligro latente de explosión, las posibilidades de descargas eléctricas, las condiciones ambientales hostiles y muchas veces el error humano hacen que a nivel mundial se hayan adoptado una serie de normas que deben ser cubiertas en su totalidad para garantizar la seguridad de las personas que operan o trabajan cerca a dichas instalaciones. Lo que pretende este trabajo es exponer el grado de complejidad que tiene el diseño de instalaciones de gas. Para ello se desarrolla a fondo cada aspecto de la ingeniería de una instalación reductora de presión (city gate) a fin de garantizar la operatividad las 24 horas y la seguridad de las personas.

1.2. ALCANCE DEL TRABAJO

El presente trabajo tiene como alcance los siguientes temas:

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- El diseño completo del arreglo de tuberías comprendido entre la brida de ingreso del City Gate y las bridas de salida del mismo.
- El dimensionamiento y especificaciones técnicas de los equipos necesarios para la operación de la instalación.
- El diseño del sistema eléctrico en su totalidad, lo cual incluye un sistema de funcionamiento continuo ininterrumpido y de respaldo.
- Solamente se mencionara la instrumentación requerida para el funcionamiento del City Gate y se describirá la misma con el fin de entender la filosofía de operación de la instalación.

1.3. OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.3.1. Objetivo general

El objetivo general del presente trabajo es mostrar el procedimiento de cálculo y mínimas consideraciones requeridas para el diseño de una estación de regulación de presión de gas natural en el campo térmico, hidráulico y eléctrico.

1.3.2. Objetivos específicos

- Presentar una descripción clara y precisa acerca del proceso al que se somete el gas natural para realizar la transferencia de custodia, regulación de presión y posterior distribución.
- Determinar las consideraciones mínimas que requiere el diseño en el campo térmico, hidráulico y eléctrico.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- Desarrollar una instalación que sea adecuada en términos de operatividad, mantenimiento y seguridad.
- Cumplir con las normas internacionales y normativa nacional que rige el manejo del Gas natural.
- Crear un sistema de codificación de tuberías, líneas eléctricas y equipos de tal manera que la interpretación del presente trabajo y los planos adjuntos sea de manera sencilla.

1.4. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad el Perú se encuentra en una época de explotación de Gas Natural, y el Proyecto Camisea es uno de los ejes energéticos que posee el país. La explotación de este recurso hace posible que tanto el sector industrial como el sector urbano se beneficien. El sector urbano aprovecha el gas Natural para calefacción, cocina, agua caliente y aire acondicionado. Estas actividades están disponibles en la actualidad en todo el país, pero a un costo más elevado que el que se tendría de emplearse el gas natural, es por esto que el gas natural trae consigo ahorro en algunos casos y mejora de la calidad de vida para aquellos con un presupuesto bajo.

Por otro lado el sector industrial es el más beneficiado, ya que obtiene un ahorro significativo al emplear gas natural en vez de petróleo y en muchos casos electricidad. El gas natural en la industria se puede emplear en Generación de vapor, cocción de productos cerámicos, cocina industrial, fundición de metales, tratamientos térmicos, generación de energía eléctrica en termo centrales, sistemas de calefacción y por último en la industria

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

petroquímica. El reemplazo del petróleo por gas natural en los casos anteriormente mencionados supone una reducción de costos significativa en cualquier actividad.

Es por esto que el uso del gas natural supone un beneficio a todos los niveles, y por esto es necesario contar con una infraestructura apropiada para poder llevar el gas natural tanto a usuarios urbanos como industriales. Dentro de la cadena de suministro del gas natural, la última actividad es la de distribución, la cual comienza por la transferencia de custodia del gas de la empresa transportadora hacia la empresa distribuidora. El lugar donde se realiza esta actividad es el City Gate, pieza clave en cualquier sistema de utilización de gas natural ya que es el nexo entre la distribución del gas y el consumo del mismo. Por estas razones se hace necesario conocer en esta época los procedimientos y consideraciones mínimas que debe poseer un City Gate para su correcto diseño y operación.

En base al estudio realizado por la empresa Congas S.A. sobre el consumo en el departamento de Ica se realizara el desarrollo del proyecto teniendo como base de referencia la localidad de Chincha.

1.6. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La Provincia peruana de Chincha es una de las cinco provincias que conforman el Departamento de Ica, bajo la administración del Gobierno Regional de Ica. La ciudad de Chincha Alta, está ubicada 200 kilómetros al sur de Lima, sobre los 94 msnm, en la provincia de Chincha de la Región Ica, en el Perú. Tiene una superficie de 238.34 km2 y una proyección de población de 60 000 habitantes y es la capital de la Provincia de Chincha.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

El valle de Chincha, se forma entre dos contrafuertes a una altitud de 3.419 msnm en la provincia de chincha alta de la región Ica y desciende desde esa altura hacia el océano Pacífico. Tiene una área de 3.077 km² subdivididos en 11 distritos, de los cuales 8 son costeros y tres de sierra.

La quebrada de Topará al norte, es su límite con la provincia limeña de Cañete; el cerro Huamaní, Cabeza de Toro y el cerro Puca, es el límite al sur con la provincia de Pisco y las alturas de Castrovirreyna, forman el límite este con la región Huancavelica; el límite oeste es el mar de Grau (océano Pacífico).

Grafico 1: Ubicación geográfica - Chincha

El valle se forma por el río San Juan, que nace en el nevado Altar en las cumbres de Viscas a 4.513 msnm en la provincia de Castrovirreyna. Corre de norte a sur en un primer tramo y luego de este a oeste, recibiendo en épocas de sequía, aguas de las lagunas de Harmicocha,

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Chuncho, Turpo y Huichinga. El río San Juan antes de llamarse así adopta varios nombres en su recorrido, así: Chupamarca, Tantará, río Grande y finalmente San Juan. Antes de descargar sus aguas en el océano se divide en dos brazos; uno llamado río Chico y el otro río Matagente.

En el Distrito de San Juan de Yánac ubicada al este de la provincia de Chincha, es muy rica en ganadería y en agricultura.

1.7. CLIMA DE LA LOCALIDAD

Los datos geográficos y ambientales de los lugares se especifican con base en la alternativa final seleccionada para el desarrollo del proyecto y la información disponible del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) y otras estaciones meteorológicas del Departamento de Ica en Perú.

Tabla 1: Datos climatológicos – Chincha

DATOS DEL SITIO: PROVINCIA DE CHINCHA	
Elevación (Referencia)	**60.0 msnm en el Distrito de chincha Baja**
Temperatura Ambiente (estación FONÓGRAFO – Chincha)	Máxima: 28.0°C Mínima: 14.0°C Promedio: 17°C a 24°C
Precipitación Mensual	Máxima: 18.5 mm Promedio: 2mm
Viento	Velocidad: 5.7 y 8.8 m/s Dirección predominante: Oeste (W)/Nor-oeste (NW)

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

1.8. OTRAS CONDICIONES

Otras condiciones importantes a considerar son las ambientales y sociales que pueden ser positivas o negativas, por lo cual se debe tenerlas en cuenta a la hora del diseño. Los Probables impactos Positivos y Negativos que se presentarían como consecuencia al desarrollo e implementación del proyecto son:

Entre los positivos encontramos que aumentaría del desarrollo económico general de la zona y mejoraría la calidad de vida de la población con acceso al Gas Natural.

Los probables Impactos negativos que podemos mencionar son la preocupación de los pobladores debido al peligro que supone la instalación de un sistema de gas natural por su inflamabilidad y la alteración parcial y temporal del medio ambiente por la implementación del proyecto.

Ante estas razones el diseño del CGC debe realizarse cumpliendo las normas más exigentes de seguridad de operación para reducir el impacto negativo y potenciar los resultados positivos.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

2.1. GENERALIDADES DEL GAS NATURAL

El gas natural es una mezcla combustible de gases de gran poder calorífico, formado en las entrañas de la tierra en el curso de un proceso evolutivo de centenares de miles de años. Este es una mezcla de fluidos principalmente Metano (aprox. 98 %) y en proporciones menores etano y propano en estado libre o asociado. Los demás componentes, en muy pequeñas cantidades, son otros gases tales como óxidos de nitrógenos, dióxido de carbono (CO2), o vapor de agua. En la Tabla 2 se muestra la composición típica del gas Natural.

El gas natural se encuentra, al igual que el petróleo, en yacimientos en el subsuelo en uno de los siguientes estados, Asociado, cuando al ser extraído del yacimiento está mezclado con el crudo; y Libre o no Asociado, cuando se encuentra en un yacimiento que sólo contiene gas.

El gas natural se obtiene directamente de la naturaleza en los depósitos del subsuelo y es transportado a través de los sistemas de gasoductos hacia cada uno de los puntos de regulación (City Gate).

Encontrar yacimientos de gas natural, extraerlo, tratarlo, transportarlo y distribuirlo hasta los centros de consumo, es un proceso muy complejo. Exige un largo tiempo de investigación, diseño, preparación, y avanzados recursos tecnológicos para garantizar su utilización segura.

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 2: Composición general del gas natural

HIDROCARBUROS	FORMULA	PORCENTAJE
METANO	CH4	70 – 98%
ETANO	C2H6	0 – 20%
PROPANO	C3H8	
BUTANO	C4H10	
DIÓXIDO DE CARBONO	CO2	0 – 8%
OXIGENO	O2	0 – 0.2 %
NITRÓGENO	N2	0 – 5%
SULFURO DE HIDROGENO	H2S	0 – 5%
OTROS GASES	A, HE, XE, NE	TRAZAS

Todos estos esfuerzos e inversiones se justifican al considerar las ventajas que el gas natural presenta respecto a otros combustibles, entre las cuales vale la pena resaltar las siguientes:

- Costos: La utilización del gas natural como combustible para fines domésticos o industriales es menos costosa (una quinta parte) que la energía hidroeléctrica.

- Limpieza: La combustión de gas natural produce cantidades muchísimo menores de desechos (humo, hollín, compuestos volátiles tóxicos) que otros combustibles (fuel oil, gasolina, leña, carbón, etc.). En grandes zonas industriales, la utilización masiva del gas natural significa mejorar notablemente la calidad del aire en el ambiente.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- Conservación ambiental: El gas natural es un combustible limpio, no contaminante. El CO2 expulsado a la atmósfera en la combustión del gas contribuye decisivamente al denominado calentamiento global del planeta, puesto que es un gas que produce el denominado efecto invernadero.

2.2. SHALE GAS (GAS ESQUISTO)

La explotación del gas natural convencional se ha concentrado en el desarrollo de pozos en yacimientos con grandes concentraciones de líquidos o de gases en rocas y arenas en cuyo interior el hidrocarburo puede fluir por la presión existente en su interior, la tecnología de la explotación se desarrolló y concentró en este tipo de pozos, sin embargo se conocían que existían enormes cantidades de gas en yacimientos con formaciones arcillosas/arenosas (shale gas/tight gas) o de carbón, (coalbed methane) en cuyo interior habían cavidades con hidrocarburos los mismos que no tenían comunicación uno con otro, por tanto aun cuando se conocía de la existencia de hidrocarburos, no se había desarrollado la tecnología que permitiera su extracción para ofertarlos en el mercado.

Shale gas es su nombre en inglés, aunque nosotros lo conocemos como gas de esquisto, de lutita o de pizarra. Se trata de un tipo de gas natural que, en lugar de encontrarse almacenado en "bolsas" bajo tierra, sino enquistado dentro de bloques de rocas sedimentarias formadas a partir de materiales orgánicos. Su extracción tampoco es la habitual para el resto de gas natural. Se hacen perforaciones en horizontal a través de las cuales se inyectan entre 4 y 10 millones de litros de agua mezclados con arena y aditivos.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Esta agua se cuela entre las fracturas de la roca para arrastrar y absorber el gas y salir con él al exterior.

La idea es comunicar las cavidades en las cuales hay volúmenes de hidrocarburos (gas) y luego impulsarlos al exterior. Esto se ha logrado realizar mediante la perforación de pozos con dirección horizontal en los cuales se inyecta un fluido compuesto por agua, arena y sustancias químicas a muy alta presión, los mismos que mediante orificios practicados en la dirección horizontal y en forma progresiva se va fracturando la arcilla e inyectando el fluido a alta presión; la fracturación de la formación arcillosa permite comunicar las cavidades y recuperar los hidrocarburos. El uso de esta tecnología está altamente focalizado en los Estados Unidos de Norteamérica.

Esta tecnología está siendo utilizada ya comercialmente para extraer el gas natural de las extensas formaciones arcillosas de la costa atlántica americana (La formación Marcellus es la mayor de todas), esto ha permitido entre otras que la producción interna de gas natural se haya incrementado y las reservas en los años 2008 al 2010 se estima que se ha duplicado.

En la actualidad cuando se trata de realizar las estimaciones de las reservas de hidrocarburos se están considerando las que provienen de las fuentes del shale gas, las mismas que han cambiado la relación de reservas y como tal las expectativas acerca de su disponibilidad.

2.3. RESERVAS DE GAS NATURAL EN EL MUNDO

Según “The World Factbook 2013” Rusia, Irán y Qatar, que en su conjunto poseen casi la mitad de las reservas probadas del mundo.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Hay un cierto desacuerdo sobre qué país tiene las mayores reservas probadas de gas. Entre las fuentes que enumeran a Rusia como la poseedora de las mayores reservas probadas, están la CIA de EE.UU. (47.6 billones de metros cúbicos), El Oil & Gas Journal (47.8 tcm), 4 La Administración de Información Energética de EE.UU. (47,8 tcm), y la OPEP (48,7 tcm). Sin embargo, BP atribuye a Rusia sólo 32,9 tcm, que lo colocaría en el segundo lugar, ligeramente por detrás de Irán (33,1 a 33,8 billones de metros cúbicos , dependiendo de la fuente).

Debido a constantes anuncios de reservas recuperables de gas de esquisto, así como la perforación en Asia Central, América del Sur y África y la perforación en aguas profundas, las estimaciones están experimentando cambios frecuentes, sobre todo en aumento. Desde el año 2000 algunos países, en particular los EE.UU. y Canadá, han visto un gran aumento en las reservas probadas de gas, debido al desarrollo del gas de esquisto. Sin embargo, los depósitos de gas de esquisto en la mayoría de los países aún no se han añadido a sus cálculos de reservas. La siguiente tabla refleja los datos de la CIA de EEUU.

El Grafico 2 muestra de manera sencilla como se distribuyen las reservas de gas en el mundo. Se ha incluido al Perú en el grafico ubicar el presente trabajo en el contexto global.

2.4. RESERVAS DE GAS NATURAL EN AMÉRICA LATINA

En Sudamérica, las reservas probadas de gas natural suponen alrededor de un 4.11% del total mundial. Nuevos descubrimientos han aumentado de gran manera las reservas probadas de Argentina, Bolivia y Perú, pero las mayores reservas del continente, sin

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

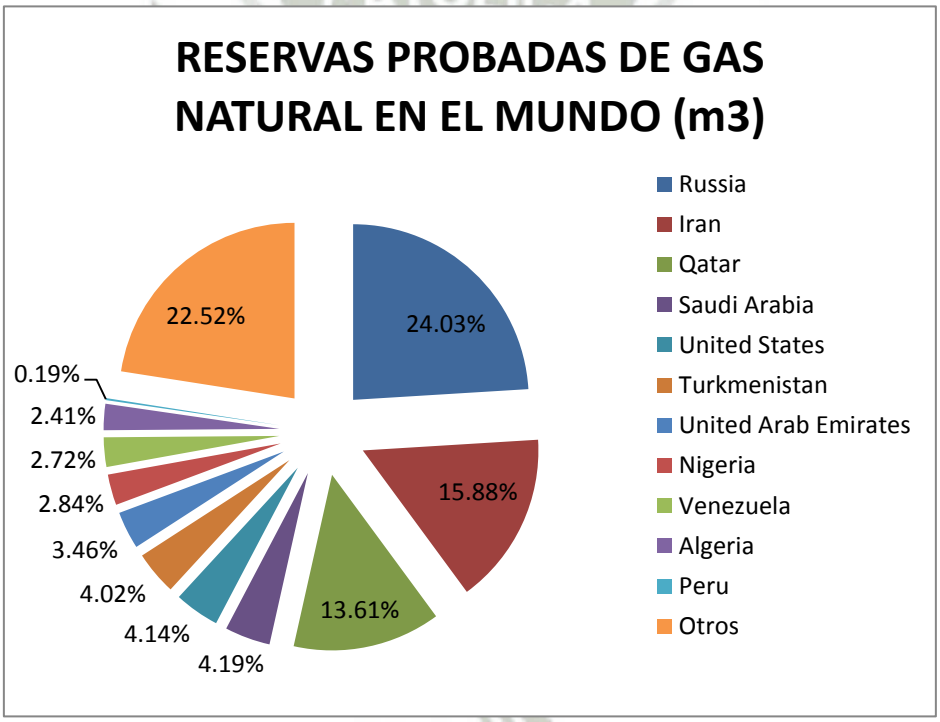
REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

embargo, las tiene Venezuela. A pesar de todo el mercado latinoamericano sigue siendo pequeño en comparación a los 3 gigantes poseedores de gas natural.

El Grafico 3 muestra las reservas probadas de gas natural en América latina, donde el Perú posee un 4.51% de las reservas.

Grafico 2: Reservas probadas de gas natural en el mundo

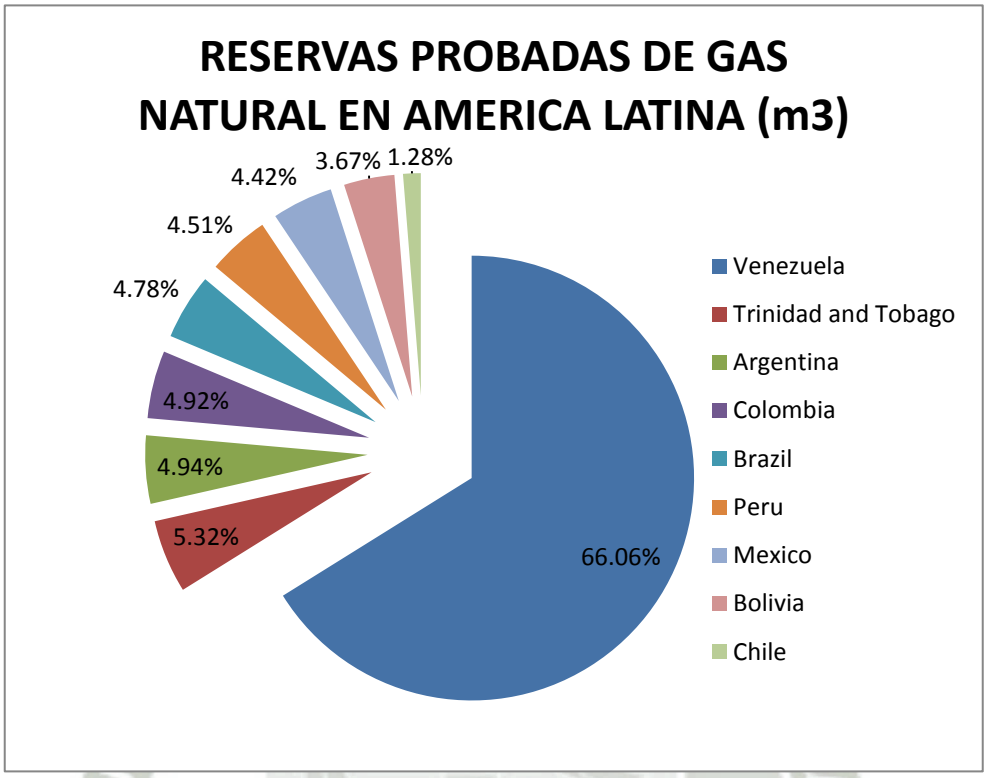


Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Grafico 3: Reservas probadas de gas Natural en América latina



2.5. PRODUCCIÓN DE GAS NATURAL A NIVEL MUNDIAL

La extracción de gas natural comienza con la perforación de un pozo. Estos pozos son perforados a propósito para el gas natural, pero debido a que el gas natural se encuentra a menudo en los mismos depósitos que el petróleo, a veces la extracción de gas natural es una operación lateral de la extracción de petróleo o se bombea de nuevo en el pozo para la extracción futura. En una operación típica, el pozo se perfora, una carcasa de hormigón y metal se instala en el orificio, y una bomba de recogida se instala por encima de ella.

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

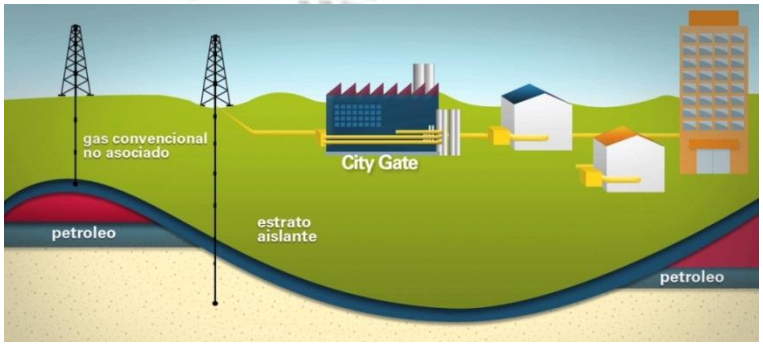
REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Después de haber sido sacado desde su depósito subterráneo, el gas natural crudo se transporta primero a un punto de recogida. Aquí, las tuberías de los pozos adyacentes llevan el gas crudo a un pre-tratamiento, que elimina el agua y los condensados. Entonces es casi siempre canalizado a una planta de procesamiento. Si esto no es factible, el gas se bombea a una instalación de almacenamiento subterráneo para la canalización y uso futuro. Es demasiado caro licuar gas natural en bruto para ser enviado a una refinería y esto es, rara vez, si alguna vez hecho.

El gas natural crudo está compuesto principalmente de metano, pero también contiene un gran número de otros gases de hidrocarburos. La primera etapa es eliminar los gases ácidos por tratamiento con aminas o membrana. Este ácido se procesa generalmente en productos de azufre. Entonces, cualquier agua restante se elimina, lo que es seguido por la eliminación de mercurio mediante el filtrado de los gases a través de carbón activado. Por último, el nitrógeno y líquidos de gas natural se extraen por destilación criogénica a baja temperatura. Esto da como resultado el "natural" gas que se utiliza para cocinar y calentar en los hogares.

Grafico 4: Esquema básico de extracción de 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

A nivel mundial la producción de gas natural difiere en cuanto a las reservas probadas que tiene cada país. Por lo tanto es importante conocer la realidad mundial en relación a la producción del gas natural. En el Grafico 4 resume la producción de gas a nivel mundial.

Como se observa entre Estados Unidos y Rusia acaparan más del 36% de la producción mundial de gas natural. Los que siguen en la lista son la Unión Europea, Irán y Canadá con producciones bastante lejanas a las de los 2 líderes.

2.6. PRODUCCIÓN DE GAS NATURAL EN AMÉRICA LATINA

La producción de gas en América Latina representa el 7.45% de la producción a nivel mundial siendo los que lideran la lista México y Bolivia con 20.03% y 18.18% respectivamente. Perú se ubica en el cuarto lugar con una producción de 12.03% al año 2013, y esta industria continua desarrollándose con la construcción del gasoducto de Contugas para el departamento de Ica, lo que hace creer que esta producción se incremente en cuanto dicho proyecto entre en operación.

El Grafico 6 muestra la producción de gas natural en américa Latina.

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Grafico 5: Producción de gas natural en el mundo

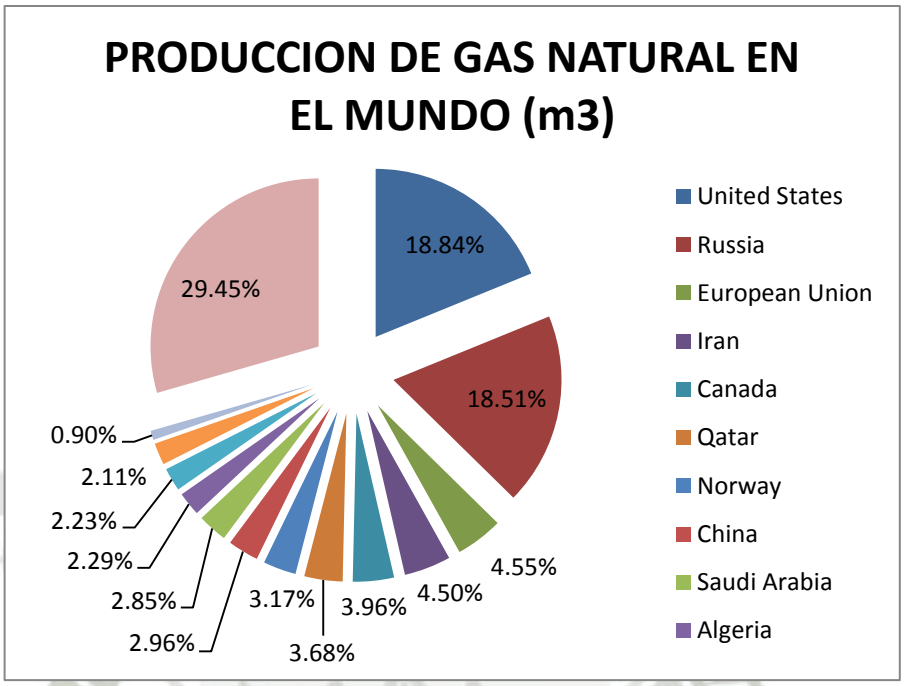
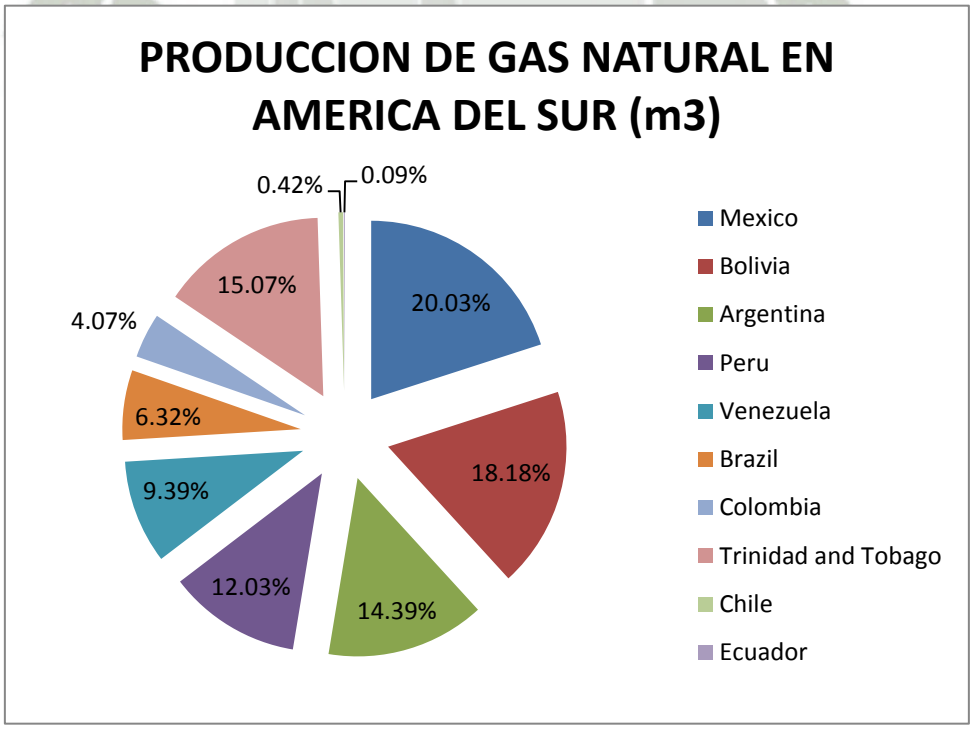


Grafico 6: Producción de gas natural en América Latina



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

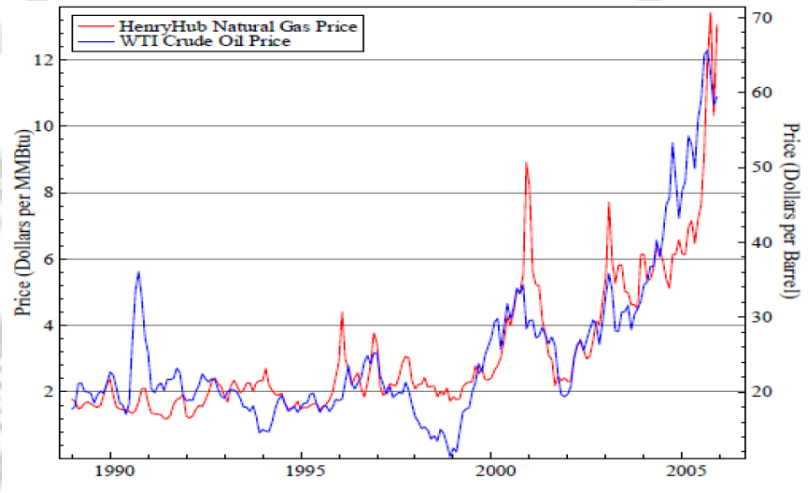
REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

2.7. PRECIO DEL GAS NATURAL

El precio del gas natural en el tiempo ha tenido un comportamiento correlacionado con el precio del petróleo, pues las oscilaciones del precio del petróleo tenían una correlación alta y positiva con el del gas natural. (La revista del Gas Natural – Perú)

Grafico 7: Relación entre el precio del petróleo y del gas natural (1990-2005)



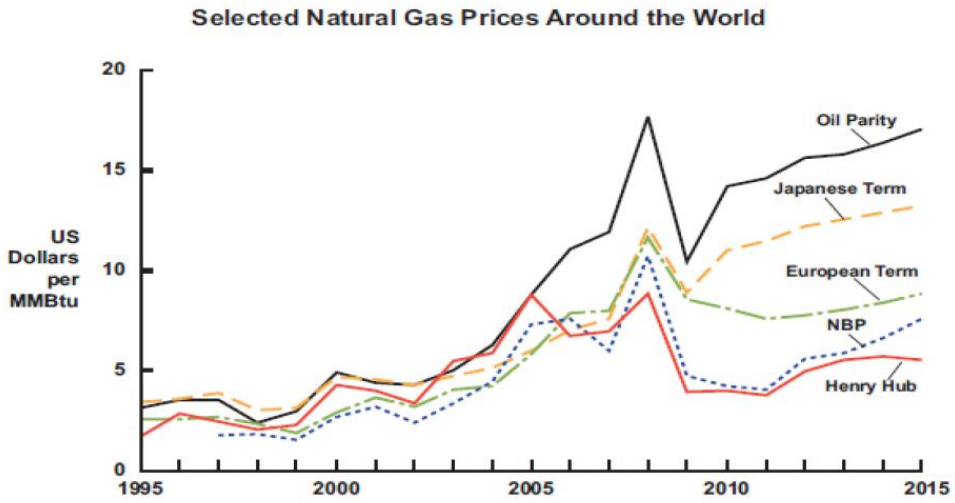
Luego de la crisis energética del 2008, el tren del precio del petróleo ya no jala más el vagón del precio del gas natural, podemos afirmar que hay una desconexión por lo menos en lo que al marcador americano (Henry Hub) se refiere. Pero, el Henry Hub es uno de los otros marcadores que existen y que como se muestra en el siguiente grafico han tenido distinto comportamiento en el tiempo. (La revista del Gas Natural – Perú)

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Grafico 8: Precio del gas natural (diferentes indicadores)



Así se puede notar que los marcadores de precio con menor cotización son el americano (Henry Hub) y el Canadiense (Alberta) asimismo, los mayores y con una diferencia importante son los asiáticos y los europeos. Luego hay mercados diferentes y precios diferentes, algunos bastante diferentes, cuya tendencia se mantiene.

La consecuencia de la crisis financiera mundial contrajo las economías y con mayor impacto en las desarrolladas, lo cual a su vez contrajo la demanda del gas de los hidrocarburos y del gas natural, generando un exceso en la oferta a nivel mundial. Los proyectos de Gas natural Licuado (GNL) que se iniciaron en el mundo antes de la crisis se concluyeron y contribuyeron a tener una mayor disponibilidad de gas natural con el añadido, que podían traerse y llevarse de lugares muy distantes, configurando un mercado con un marcado exceso de oferta, lo cual en teoría puede explicar porque el precio del gas natural haya mantenido bajo; pero finalmente lo que determinó la tendencia a la baja fue la aparición en los Estados Unidos de Norteamérica de la explotación del gas natural a partir

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

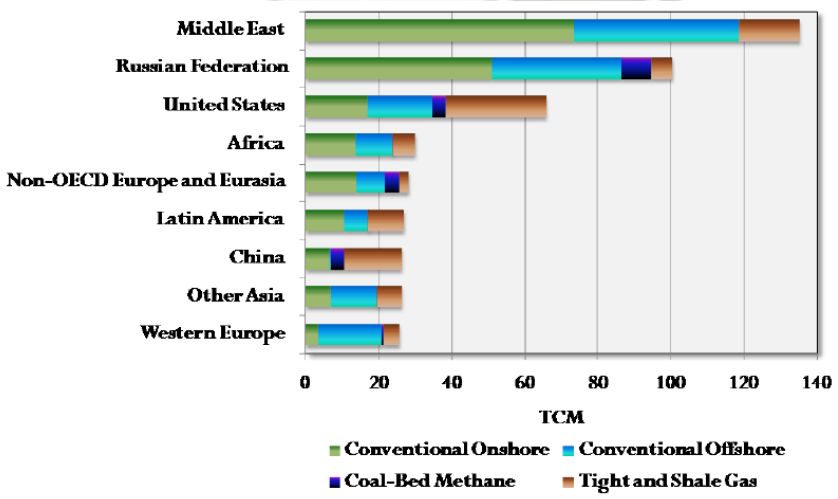
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

de fuentes no convencionales provenientes de arcillas compactas (Shale gas) Esta es una de las principales razones por las que un actor importante en la demanda del gas natural en el mundo como Estados Unidos, pasó a tener en el mercado interno una mayor disponibilidad de gas y dejó de comprar del entorno.

La tecnología para la extracción del Shale Gas está siendo utilizada ya comercialmente para extraer el gas natural de las extensas formaciones arcillosas de la costa atlántica americana (La formación Marcellus es la mayor de todas), esto ha permitido entre otras que la producción interna de gas natural se haya incrementado y las reservas en los años 2008 al 2010 se estima que se ha duplicado.

En la actualidad cuando se trata de realizar las estimaciones de las reservas de hidrocarburos se están considerando las que provienen de las fuentes del shale gas, las mismas que han cambiado la relación de reservas y como tal las expectativas acerca de su disponibilidad. (La revista del Gas natural –Perú)

Grafico 9: Reservas de gas afectadas por el Shale Gas (2011)



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 enero del 2011, IEA confirmaba la estimación del grafico anterior indicando que el mundo podría haber duplicado sus reservas de gas natural.

En consecuencia dado que uno de los principales demandantes de hidrocarburos no solo asegura su independencia energética sino que a la vez lo hace por muchos años (se estima que Estados Unidos tendría 250 años de reservas con su nivel de consumo actual), ha determinado que en el corto plazo el precio del gas natural no solo haya disminuido sino que no habrían razones para que se puedan incrementar en el futuro próximo. Así el IEA estima que el precio de los próximos dos años oscilaría entre 4,16 y 4,58 US$ MMBTU.

Actualmente el precio del gas se encuentra en 3,74 US$ MMBTU, lo cual consolida la baja de precio del gas natural, el balance oferta demanda del gas natural permite vislumbrar que hay gas en el mundo y que sus reservas serán por un período bastante prolongado (largo plazo), asimismo que debido al exceso de oferta el precio se mantiene bajo y no hay indicios actuales que este vaya a incrementarse en forma sustancial.

En el ámbito geopolítico disponer de tecnologías para explotación de reservas no convencionales como el Shale gas, tight gas o coalbed methane está permitiendo a los países disponer de importantes recursos no contabilizados hasta hace poco y que les puede garantizar autonomía energética, sin embargo hay un reto de garantía ambiental que superar.

Ciertamente en muy corto tiempo ha cambiado el tablero mundial del gas natural, los supuestos antes del 2008 han cambiado y sus consecuencias también: Grandes volúmenes a bajos precios.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

2.8. ANTECEDENTES

2.8.1. Historia del proyecto Camisea

En julio de 1981, el Estado peruano suscribió un contrato de operaciones petrolíferas por los lotes 38 y 42 con la compañía Shell. Esas concesiones sumaban aproximadamente 2.000.000 hectáreas, en la parte sur de la denominada Cuenca del Ucayali. Iniciados los trabajos de excavación, fue sólo en 1987, tras la instalación de 3.000 kilómetros de líneas sísmicas y la perforación de cinco pozos exploratorios, que el área de Camisea reveló al mundo dos yacimientos de gas natural en los cuales se denominaron San Martín y Cashiriari. El entusiasmo que generó este hallazgo dio paso a la firma del Acuerdo de Bases para la Explotación de Camisea entre Shell y PetroPerú, en marzo de 1988. Sin embargo, las negociaciones concluyeron en agosto de ese año sin llegar a feliz término.

En marzo de 1994, se firmó el convenio para la evaluación y desarrollo de los yacimientos de Camisea entre Shell y PetroPerú. En julio de 1998 el consorcio Shell/Mobil comunica su decisión de no continuar con el segundo periodo del contrato y las inversiones por 500 millones de dólares , los 6 pozos perforados y las instalaciones pasan a beneficio del Estado Peruano. Por ese motivo, en mayo de 1999, la Comisión de Promoción de la Inversión Privada (COPRI) acuerda realizar un proceso de promoción para desarrollar el proyecto Camisea mediante un esquema segmentado que comprende módulos independientes de negocios. En 1999 se aprueba la Ley Nº 27133 que aseguraba el abastecimiento del mercado interno por un

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

"horizonte permanente de 20 años". A fines de mayo de este año, el comité especial del Proyecto Camisea (CECAM) convocó a dos concursos públicos internacionales para otorgar el contrato para la explotación de Camisea, así como las concesiones de transporte de líquidos y gas desde los mismos yacimientos hasta la costa, y de distribución de gas en Lima y Callao. Luego, en diciembre de 2000, se suscribieron los contratos para el desarrollo del proyecto con los consorcios adjudicatarios de los concursos organizados por el CECAM.

A inicios de mayo de 2002, se suscribió el contrato de concesión para el transporte y distribución del gas de Camisea a la Costa Peruana, mediante el cual Tractebel se convierte en el tercer operador del proyecto (siendo Plus Petrol y Techint los otros dos). Este paso completa el esquema de desarrollo de Camisea, hasta ese momento con el gas de menor costo en el mundo (al no trasladarse al costo final lo invertido por el consorcio Shell-Mobil).

Desde noviembre de 2002 via DS 046-2002 EM se modifica la ley 27133 agregando en el numeral 8.2 del artículo 8: “Los ingresos garantizados anuales serán cubiertos mediante los recursos provenientes de la prestación del servicio de transporte, y la garantía cubierta por los usuarios eléctricos”. La garantía equivale al 8.9% de nuestra factura de servicio eléctrico y es un cargo que Osinerg incorpora anualmente a la tarifa, sin embargo este concepto no está detallado en los recibos.

Las reservas recuperables en los lotes 56 y 88, ubicados en Camisea, ascienden a 13.8 trillones de pies cúbicos (TPC), ya habiéndose firmado el contrato del lote 88

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

destinando el 100% al consumo interno se esperaba el mismo esquema para el lote 56 ya que gran parte del transporte y distribución es cubierta por los peruanos en los recibos de servicio eléctrico.

En el 2003 se promulga el DS 031-EM , eliminando la frase "horizonte permanente de 20 años" de la Ley Nº 27133 y reemplazándola por “un periodo mínimo definido en el contrato”. En junio del 2005 se aprueba la Ley 28552, con lo que modifica la Ley 27133 , desaparece la frase “horizonte permanente de 20 años” y en su lugar se mencionan garantías de abastecimiento en términos generales.

Esta nueva base legal hacía posible destinar el 100% de las reservas del lote 56 a la exportación. Dado que el Lote 56 no era suficiente para el compromiso de exportación, nuevamente se hacen los cambios normativos necesarios para también disponer del Lote 88, destinado al mercado interno. En diciembre de 2005 se promulgó el DS 050 2005 EM. En los considerandos de este DS se dice explícitamente que, habiendo la Ley 28552 modificado el Art. 4 de la Ley 27133 en relación al abastecimiento del mercado interno, se autoriza a Perupetro a renegociar el contrato del Lote 88 para permitir que sus reservas probadas sean exportadas.

2.8.2. El proyecto Camisea

La explotación de los yacimientos del gas de Camisea, en el Departamento del Cuzco, en el Perú se inicia en agosto de 2004, después de veinte años de su descubrimiento. La zona de explotación de los yacimientos de gas de Camisea, una de las más importantes del continente americano, se encuentra enclavada en el mismo corazón del

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

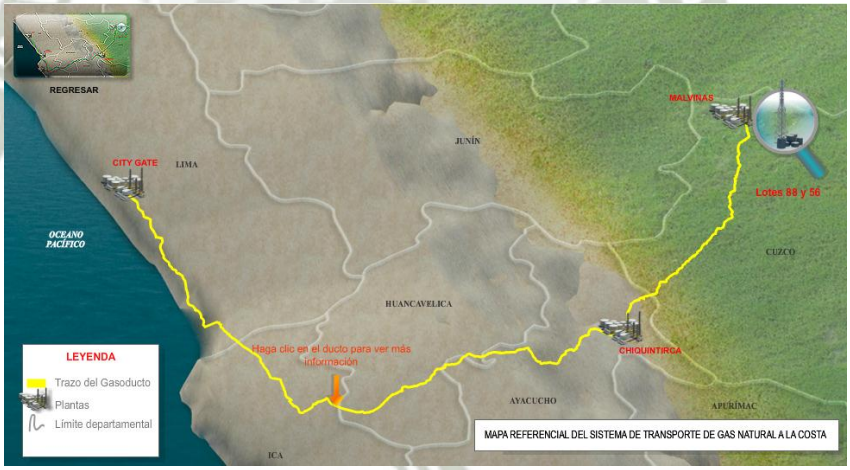
REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Departamento del Cuzco, en el bajo Urubamba. Forma parte del distrito de Echarate, de la provincia de La Convención.

El gran proyecto consiste en captar y transportar el gas natural proveniente de los yacimientos San Martín y Cashiari, en el Lote 88, hacia una planta de separación de líquidos ubicada en Malvinas, a orillas del río Urubamba. En esta planta se separan el agua y los hidrocarburos líquidos contenidos en el gas natural y se acondiciona éste último para ser transportado por un gasoducto hasta el City Gate en Lima, donde se filtra, mide y reduce su presión para ser entregado al sistema de distribución; mientras que el gas excedente se reinyecta a los reservorios productivos.

Grafico 10: Gasoducto Camisea - Lima



En el recorrido del gas hasta llegar a Lima se encuentra la planta compresora de Chinquintirca, ubicada en el distrito de anco, provincia de Ayacucho. Esta planta se encarga de aumentar la presión del gas proveniente de Malvinas mediante el uso de turbocompresores, de manera que el gas pueda pasar la cordillera y llegar a su destino

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 la presión adecuada. Esta planta es operada por la empresa “transportadora de gas del Perú” (TGP), lque se encarga, como su nombre lo dice de transportar el gas natural y líquidos hasta la costa.

El gas procesado en la planta de separación Malvinas, se transporta mediante un gasoducto que comienza en dicha planta, atraviesa la planta compresora de chinquintirca y termina en el City Gate en Lima (Lurin). El gasoducto recorre aproximadamente 208 Km con un diámetro de 32 pulgadas, continua a lo largo de 310 Km con 24 pulgadas y finaliza 211 km con un diámetro de 18 pulgadas.

Durante su recorrido el gasoducto deja un punto de derivación de gas en Humay, Ica; esto con la finalidad de que en el futuro en el Peru se construya el gasoducto para el departamento de Ica y posteriormente el gasoducto sur andino, los cuales están dentro del plan de masificación de gas.

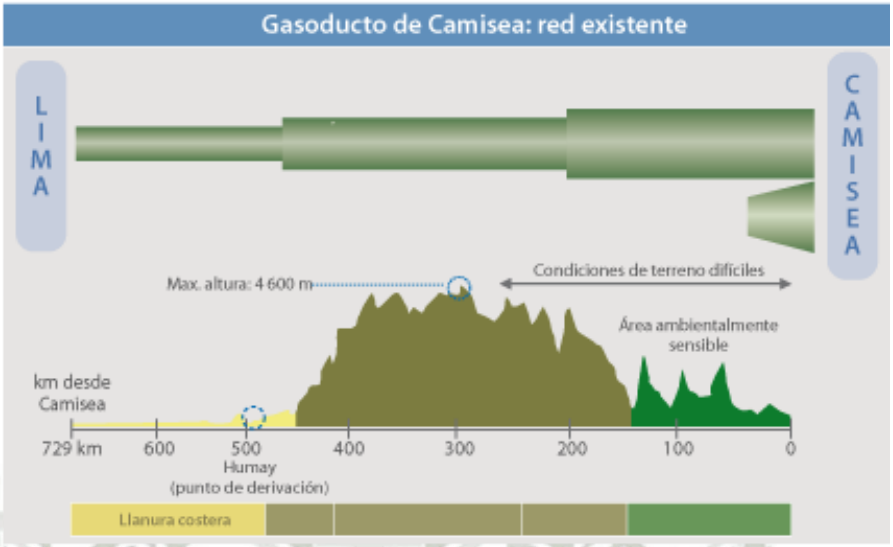
El gas Natural llega al City Gate en Lima, donde se realiza la transferencia de custodia, ya que aquí TGP entrega la custodia a la empresa Cálida, la cual se encarga de la distribución del gas en Lima. En este City Gate el gas natural se filtra, se calienta, se regula la presión, se realizan las mediciones y finalmente se odoriza para ser enviado a la ciudad.

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

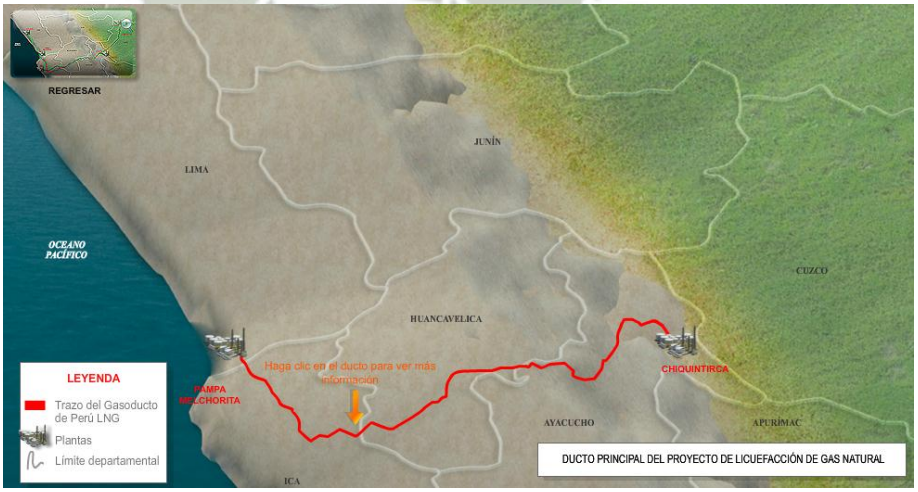
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Grafico 11: Gasoducto Camisea – Lima, red existente



Paralelamente al gasoducto se implementó proyecto de licuefacción de gas natural para la exportación del mismo. Este gasoducto empieza en la planta compresora de chinquintirca y culmina en la planta de licuefacción Melchorita a la altura del km 169 de la Panamericana sur. Dicho ducto consta de 34 pulgadas de diámetro y recorre 408.1 km de longitud aproximadamente.

Grafico 12: Gasoducto Perú LNG



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 otro lado, los Líquidos del Gas Natural obtenidos en la planta de separación son conducidos hasta la costa mediante un ducto de líquidos y recibidos en una planta ubicada en Pisco, donde se fraccionan en productos de calidad comercial (GLP, gasolina y condensados), y luego se despachan al mercado mediante buques o camiones cisternas.

Estos líquidos se transportan por un Poliducto, el cual comienza en la planta Malvinas y termina en la Playa Loberia, Pisco. Este sistema de transporte consta de tuberías de 14 y 10 pulgadas y recorre 557 km. A lo largo de este poliducto se ubican varias estaciones de bombeo con la finalidad de garantizar la presión adecuada para el transporte.

Grafico 13: Poliducto Camisea

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

El proyecto Camisea, actualmente en funcionamiento, es la piedra angular del cambio de matriz energética en el Perú, que permitirá cambiar el uso de combustibles contaminantes y caros como la gasolina y el petróleo, por el más limpio y barato gas natural, asimismo favorecer ampliamente la industria (vehicular, de distribución, de generación de electricidad, etc.) y se ha creado directa e indirectamente miles de empleos en el Perú.

De acuerdo a ley, el Departamento del Cuzco recibe por concepto del canon que le corresponde por la explotación del gas de Camisea el cincuenta por ciento de la regalía que recibe el Estado.

2.8.3. Gasoducto Sur Peruano

El proyecto comprende el diseño, construcción y operación de un gasoducto de 30” de diámetro que se iniciará en Malvinas, en el distrito de Echarate, provincia de La Convención, departamento de Cusco, hacia las ciudades de Quillabamba, Cusco, Juliaca, Arequipa, Matarani e Ilo.

Con una longitud que supera los 1.000 kilómetros, el proyecto Gasoducto Sur Peruano (GSP) es hoy una realidad luego de la decisión de Pro Inversión de otorgar la buena pro al consorcio conformado por Odebrecht y Enagás, que invertirá US$7.328 millones.

La obra contempla, además, obras de reforzamiento del sistema de transporte de gas natural y líquidos de gas natural, como adelantó Pro Inversión e incluirán ductos de reforzamiento desde la planta de Separación Malvinas hasta el punto de conexión. De

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

esta manera se entregó la concesión para el diseño, el financiamiento, la construcción, la operación y el mantenimiento del Gasoducto Sur Peruano. Al terminar el plazo de la concesión, la infraestructura será transferida al Estado Peruano.

La obra que recorrerá los departamentos de Cusco, Arequipa y Moquegua, tendrá tres tramos:

- Tramo b: Construcción de gasoducto y poliducto de la Planta de Separación Malvinas al Punto de Derivación con el sistema de transporte existente. Este tramo representa el reforzamiento del sistema de transporte existente de gas natural (GN) y líquidos de gas natural (LGN).
- Tramo a1: Construcción de gasoducto desde el Punto de Derivación hasta Urcos. Comprende los gasoductos secundarios a la Central Térmica de Quillabamba y a la provincia de Anta.
- Tramo a2: Construcción de gasoducto desde Urcos hacia la Central Térmica de Ilo pasando por la Central Térmica de Mollendo.
- También contempla la realización de los estudios de ingeniería para el futuro Tramo C y los futuros gasoductos regionales hacia Apurímac, Puno, Arequipa, Cusco, Moquegua y Tacna.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Grafico 14: Gasoducto Sur Peruano - Elevación

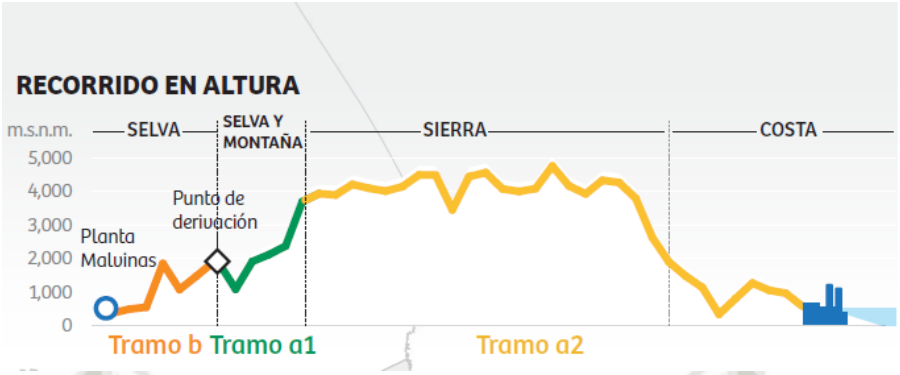


Grafico 15: Gasoducto Sur Peruano - Recorrido

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

El gasoducto beneficiará a las regiones de Apurímac, Puno, Arequipa, Cusco, Moquegua y Tacna. Desde el gasoducto se construirán ductos y/o proyectos de infraestructura y logística para el suministro de gas natural hacia esas regiones.

2.9. CURVA EVOLVENTE DEL FLUIDO

Uno de los principales problemas que se plantean cuando se trabajan con gases es que si se toma una dada masa m (o una cantidad de moles n) y se lo confina en un volumen V, a una temperatura T, cuál será la presión P que tendrá el gas. O si esa masa (o número de moles) está a la temperatura T y a la presión P, cuál será su volumen V.

Cualquier ecuación que relacione estos tres parámetros (P, T y V) para un gas se denomina ecuación de estado (como se observa, siempre hay dos variables independientes y otra dependiente).

Los primeros investigadores que comenzaron a desarrollar las primeras ecuaciones de estado, trabajaron a temperaturas y presiones tales que el promedio de las distancias entre las moléculas era los suficientemente grandes como para despreciar el efecto de las fuerzas intermoleculares, así como el volumen de la molécula en sí.

La primera ecuación de estado fue la ya conocida:

$$P * V = n * R * T$$

Dónde:

P: Presión absoluta del sistema

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

V: Volumen del sistema

T: Temperatura absoluta del sistema

R: Constante de los gases ideales

n: Número de moles

Esta ley se utiliza para realizar cálculos sobre gases ideales. Un gas ideal es un gas imaginario que tiene masa, pero sus moléculas no ocupan lugar y no existen fuerzas entre ellas. Ningún gas real obedece con exactitud a esta ley en todos los intervalos de temperatura y presión, aunque algunos gases de bajo peso molecular (hidrógeno, oxígeno, etc.) en determinadas circunstancias, si son consistentes con esta ley.

Para gases de peso molecular más elevados (SO2, hidrocarburos, etc.), particularmente cuando las presiones son altas o las temperaturas bajas, en donde las moléculas del gas están tan cerca entre si que comienzan a interaccionar entre ellas, da lugar a desviaciones bastante grandes con respecto a esta ecuación.

A raíz de las desviaciones que presentaba la ecuación de estado de los gases ideales, se comenzaron a desarrollar otras ecuaciones de estado que se adaptara más a la realidad (teniendo en cuenta las características de cada gas).

El límite de aplicación de la ecuación de estado de los gases ideales es cuando el gas se acerca a las condiciones críticas, por disminución de su temperatura o por estar sometido a presiones elevadas; en esos casos se tendrá que considerar como un gas real.

Para los gases ideales la ecuación de estado se puede poner de la siguiente manera:

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

$$\frac{P * V}{n * R * T} = 1$$

Para un gas real la Ecuación no se cumple, porque tendrá un valor distinto de la unidad, por lo cual esa ecuación se puede escribir de la siguiente manera:

$$\frac{P * V}{n * R * T} = Z$$

El coeficiente Z se denomina coeficiente de compresibilidad del gas y depende de la naturaleza del mismo y el estado en que se encuentre. Si se toma la presión y la temperatura como variables independientes:

$$Z = f(P, T)$$

Por lo tanto, si Z < 1, el volumen que ocupa un gas real en las mismas condiciones de presión y temperatura es menor que el que ocuparía un gas ideal, por lo tanto el gas real es más compresible que el ideal. Si en cambio Z > 1, el gas real tiene menos compresibilidad que el ideal, por lo que para un valor determinado de presión y temperatura ocupa un mayor volumen. Si Z = 1 indica que el gas real se comporta como uno ideal.

A partir de esta necesidad de conocer las propiedades de los gases reales es que nace y se emplean los gráficos o tablas de los factores de compresibilidad de varios gases.

2.10. TEMPERATURA DE FORMACIÓN DE HIDRATOS

Un hidrato es una combinación física de agua y otras pequeñas moléculas que producen un sólido que tiene una apariencia domo de "hielo", pero que posee una estructura completamente diferente al hielo. Su formación en sistemas de gas o NGL puede obstruir

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

las líneas de tuberías, equipos e instrumentos, restringiendo o interrumpiendo el flujo del fluido.

Se conocen tres estructuras cristalinas para estos hidratos. En las tres las moléculas de agua construyen un enrejado, mientras que los hidrocarburos, dióxido de carbono y ácidos ocupan las cavidades. Las pequeñas moléculas establecen un cuerpo céntrico cubico llamado estructura I. las moléculas más grandes establecen un enrejado con forma de diamante llamado estructura II.

Las moléculas normales de parafina más grandes que el n-C4H10 no forman estructuras I ni estructuras II de hidratos, ya que son muy largos para establecer un enrejado. Sin embargo algunas isoparafinas y cicloalcanos más largos que el pentano formas estructuras llamadas tipo H.

La composición del gas determina el tipo de estructura a formarse. Las mezclas de gases forman normalmente estructuras tipo II. La presencia de H2S en mezclas de gas natural afecta significativamente la temperatura de formación de hidratos. El CO2 por otra parte tiene un impacto muy bajo sobre dicha temperatura

Las condiciones que afectan la temperatura de formación de hidratos son:

Consideraciones primarias:

El gas debe estar por sobre su punto de roció o condición de saturación, sin embargo la presencia de agua líquida no tiene que existir para que se formen hidratos.

- Temperatura

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- Presión
- Composición

Consideraciones secundarias

- Mezclas
- Lugar físico para la formación de hidratos o aglomeración de estos (orificios, codos, accesorios).
- Salinidad

En general y como regla básica se puede decir que la formación de hidratos ocurrirá si la presión aumenta o la temperatura disminuye de la condición de temperatura o presión determinadas para cada gas.

La predicción de la temperatura o presión de formación de hidratos se basa en datos experimentales obtenidos para cada gas por separado, que luego se han integrado en nomogramas específicos para determinados rangos de composición. La GPSA (Gas Processors Suppliers Association) ha elaborado los anteriores nomogramas para la aproximación de la temperatura de formación de hidratos, sin embargo el uso de los nomogramas es tedioso y complejo.

2.11. VELOCIDAD EROSIONAL

El parámetro referencial para estimar la velocidad del fluido es la "Velocidad Erosional". Este es un concepto teórico que es función básicamente de la densidad del gas, que a su vez depende de la presión y la temperatura del gas, por lo que la velocidad erosional es

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

particular para cada subsistema. Es decir, no puede generalizarse. La aplicación adecuada de este concepto permite la selección idónea de los diámetros de tubería de los sistemas de transporte de gas por debajo de los cuales puede presentarse problemas de vibración y en casos críticos erosión en las superficies internas de las tuberías. La afectación por erosión en las paredes internas de las tuberías, disminuyen drásticamente la vida útil de las mismas.

Los criterios establecidos normalmente para gasoductos troncales es que la velocidad del fluido debe ser alrededor del 50% de la velocidad erosional, y para ramales y /o estaciones de regulación y medición se admiten velocidades de hasta un 60% de la velocidad erosional. Sin embargo, es importante considerar en el diseño las proyecciones futuras de crecimiento para definir los diámetros y/o facilidades que permitan atender los incrementos de demandas sin interrumpir el servicio de suministro de gas.

Con base en lo anterior es necesario realizar el cálculo de la velocidad erosionar de cada subsistema con el fin de determinar los parámetros admisibles de la velocidad de la velocidad del fluido y a su vez obtendremos los diámetros de las tuberías adecuadas.

Hay que distinguir que cuando se menciona subsistema se refiere al nivel de presión de cada etapa del procesamiento del gas, en consecuencia se cuenta con tres subsistemas: alta presión (135 y 70 barg), media presión (19 barg) y baja presión (4 barg), los cuales se detallan más adelante.

La velocidad erosional entonces viene dada por la siguiente expresión extraída del “Piping handbook” de Mohinder L. Nayyar:

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

$$Ue = \frac{C}{\sqrt{\frac{29 * G * P}{Z * R + T}}}$$

Dónde:

C: Constante (adimensional), se encuentra entre 75 y 150.

Ue: Velocidad erosional (Pies/Seg)

G: Gravedad Especifica del Gas (adimensional)

P: Presión de gas (Psia)

Z: Factor de Compresibilidad (adimensional)

R: Constante de los gases (ft3*psia/lbmol*°R)

T: Temperatura del Gas (°R)

Como puede apreciarse en la fórmula de la velocidad erosional, esta es independiente del diámetro de la tubería, en razón a que es un concepto que es específico según las características propias del gas y de su condición de presión y temperatura.

2.12. VELOCIDAD DE OPERACIÓN

La velocidad del Gas a diferencia de la velocidad erosional, depende fundamentalmente del diámetro de la tubería por el que fluye, pero se relaciona con más parámetros debido a su compleja composición y comportamiento.

Para este cálculo de velocidades utilizaremos el modelo presente en la NTP 111.010 (Gas Natural seco, sistema de tuberías para instalaciones industriales), donde se establecen los criterios para el dimensionamiento de tuberías, de acuerdo al nivel de presión de la

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

instalación. Los cálculos de velocidad se harán en cada uno de los subsistemas por niveles de presión para alta presión, media presión y baja presión.

La velocidad viene dada entonces por la siguiente expresión:

$$Us = \frac{365.35 * Q}{D^2 * P}$$

Dónde:

Us: Velocidad lineal (m/seg)

Q: Caudal volumétrico (m3/hr)

D: Diámetro interior de la tubería (mm)

P: Presión de cálculo (kg/cm2)

En el Perú se maneja un criterio conservador en cuanto a la velocidad del fluido. La revista "Gas Natural" señala que en el proyecto Camisea se empleó como velocidad máxima de diseño 20 m/seg, y se estableció que esa velocidad como la referencial para cualquier instalación que se pretenda conectar a dicho sistema. Por este motivo la velocidad dentro de las tuberías no deberá superar dicho valor para poder adaptarse al sistema existente en el país.

2.13. TUBERÍAS

Según la norma ASME B31.8, se deben emplear determinados estándares para seleccionar las tuberías a emplear. De todos los estándares se ha seleccionado los siguientes por ser los que más se emplean en los sistemas de gas:

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- API 5L (SPECIFICATION FOR PIPE LINE)
- ASTM A 53 (SPECIFICATION FOR WELDEDAND SEAMLESSPIPE)
- ASTM A 106 (SEAMLESS PIPE)

Al haberse seleccionado ya el diámetro y Schedule de cada tubería a emplear, ahora queda determinar el material y la especificación de cada tubería. La selección se hará de acuerdo a la presión que soporta cada línea (incluyendo la presión de prueba), mas no la presión de diseño de los accesorios.

De acuerdo a la norma ASME B31.8 la presión de prueba para instalaciones de gas en alta presión debe ser del 50% más de la presión de operación, en base a este parámetro se hará la selección posterior.

2.14. SISTEMA DE ODORIZACION

En general, la odorización tiene tres propósitos importantes:

- Salvaguardar al público y proteger al cliente contra pérdidas provocadas por los incendios y explosiones que resultan por las fugas de gas.
- Auxiliar en la detección de fugas en las líneas de gas, ayudando a reducir las pérdidas de gas.
- Cumplir con los requerimientos de los reglamentos gubernamentales

Los Sistemas de odorización deben ser de operación continua e inasistida. El diseño deberá será llevado a cabo teniendo en cuenta al máximo la seguridad del personal Operativo y las instalaciones.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

El requerimiento básico del Sistema de odorización es que el gas debe tener un olor natural distintivo hasta el grado en que el gas sea fácilmente detectable por una persona con un sentido del olfato normal o por debajo de una concentración en el aire de un quinto del menor límite explosivo (L.E.L.). Esto asegura que el gas sea detectable en áreas donde la concentración de gas a aire sea mayor o igual a 1.0% del volumen. Para cumplir los anteriores requerimientos, el gas natural es generalmente odorizado con un odorante concentrado en una proporción de 0,5 a 1 libras/MMSCF (1-2 g / 123,12 metros cúbicos). El límite más alto para la cantidad de odorante que se debe añadir, depende del impacto del olor, que sea fácilmente detectable y del sentido del olfato. Puede requerirse más o menos odorante si el gas tiene una calidad pobre o compite con otros olores. La proporción de la inyección y la detectabilidad del gas debe establecerse utilizando el monitoreo apropiado y el equipo adecuado, diseñado para determinar la relación de gas a aire.

El Sistema de odorización debe proveer el odorante a la corriente de gas mediante el Sistema de Inyección Líquida (químico líquido).

Con mediciones de entrada, la inyección de odorante debe recibir la señal del flujo del equipo de medición e inyectar proporcionalmente el volumen necesario de odorante para mantener una relación o proporción constante de inyección, respecto al flujo de gas natural.

El sistema de inyección debe introducir positivamente el odorante que se almacena fuera de la tubería en la corriente que fluye. Este sistema debe estar en posibilidad de utilizar en una amplia gama de caudales y su tamaño depende entre otros de la bomba de inyección que es uno de los componentes principales del sistema.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

El funcionamiento del sistema de tipo de inyección requiere control adecuado. El sistema siempre debe funcionar de manera proporcional al flujo. El sistema debe inyectar el odorante en proporción al caudal del gas natural que fluye en la tubería.

El sistema de inyección debe tener la capacidad para llevar a cabo una velocidad de inyección prescrita, al rango de circulación. Además, el sistema debe ser capaz de operar dentro de un amplio rango de inyección. Estas tasas de inyección pueden variar dependiendo de la tasa de inyección necesaria para alcanzar el mínimo detectable en el gas. El sistema debe funcionar a una velocidad de inyección adecuada en todo el rango de caudales previstos. Debido a la velocidad de inyección el sistema debe ser monitoreado constantemente y debe incorporar la medición del odorante inyectado.

Como los sistemas de inyección son mecánicos deben soportar el desgaste, la principal preocupación tiene que ser evitar el mal funcionamiento del sistema. Saber cuándo estas reparaciones son necesarias es posible con la utilización de sistemas de vigilancia a bordo; deben ser incorporadas alarmas en el diseño del sistema junto con monitoreo permanente para verificar el rendimiento, registrando automática y permanentemente.

Los Sistemas de Odorización deben operar automáticamente para inyectar la sustancia odorífera, proporcionándola con precisión al flujo de gas según lo previsto, dar la alarma si hay un problema en el proceso y proporcionar un historial del rendimiento del sistema.

Los Sistemas de Odorización deben cada uno incorporar como mínimo los siguientes componentes: una bomba de desplazamiento positivo con controlador eléctrico o neumático, un medidor-transmisor de flujo de odorante, un sistema de filtración, una mirilla

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

de flujo para observar el desplazamiento del líquido y un gabinete que contenga los anteriores componentes.

El sistema suministrado corresponderá a un "Sistema Dual" es decir deberá tener un sistema de repuesto (que contenga los elementos anteriormente descritos) con la finalidad de garantizar la odorización en el caso de labores de mantenimiento y adicionalmente un tanque de abastecimiento de odorante con capacidad para entregar odorante durante tres meses a la máxima rata de flujo de gas establecida.

El odorante o sustancia odorífera del gas a utilizar debe ser una mezcla de sulfuros y alquilmercaptanos de bajo peso molecular. Los odorantes comercialmente utilizados pueden pertenecer a alguna de las siguientes clases de sustancias:

Sulfuros

- Alquílicos.
- Disulfuros Simétricos
- Disulfuros Asimétricos

Sulfuros Cíclicos

Mercaptanos

- Mercaptanos Alquílicos
- Mercaptanos Primarios
- Mercaptanos Secundarios
- Mercaptanos terciarios

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 de las opciones de odorante a usar es el mercaptano butilterciario (MBT) o lo que es igual Terbutilmercaptano (TBM), en combinación con uno o más mercaptanos o sulfuros, es el odorante preferido debido a que imparte el olor característico a "gas" y es el más resistente a la oxidación de los mercaptanos. El MBT, por sí mismo, se congela a 0 ºC (32 ºF), como el agua, por lo que se le deben agregar otros componentes para disminuir el punto de congelación y mejorar el rendimiento del odorante. El sulfuro de dimetilo (SDM) o el sulfuro de metiletilo (SME), se han utilizado en mezclas con el MBT para reducir el punto de congelación y evitar que el olor se desvanezca. El MBT y el SMD tienen excelentes características de penetración en la tierra; sin embargo podrán plantearse alternativas de odorantes que garanticen la viabilidad técnica, económica y ambiental de la operación del sistema.

- El odorante en las concentraciones en que se utiliza, NO debe ser dañino a las personas, materiales o tuberías.
- El odorante NO de ser soluble en agua en un grado mayor de 2.5 partes por 100 partes en peso.
- Los productos de combustión del odorante NO deben ser tóxicos cuando se respiran o dañinos para los materiales expuestos a dichos productos.
- Los odorantes con amplios rangos de vaporización son los más adecuados para los Sistemas de Odorización del tipo de inyección.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

2.15. ÁREA CLASIFICADA

Para la ubicación y especificaciones de los equipos eléctricos, se tendrá en consideración la normatividad sobre clasificación de arreas peligrosas. Para la definición de áreas clasificadas dentro del City Gate se ha tomado en consideración las siguientes normas:

- API 500: Recomended Practices for Classification of Locations for Electrical at Petroleum Facilities Clasified as Class 1, División 1 and División 2.
- NEC: Capítulo 5, Lugares clasificados como peligrosos, Clases I, II y III, División I y II.
- CNE: Sección 110, Lugares Peligrosos.
- NFPA 497: Recomended Practices for the Classification of Flamable Liquids, Gases or vapors and of Hazardous (classified) Location for Electrical installations in Chemical Process Areas.

Hay que tener en cuenta algunas definiciones antes de clasificar las áreas del City Gate.

- Antiexplosivo: según API 500, un recinto, equipo o accesorio antiexplosivo es aquel que puede resistir la explosión de un gas o vapor dentro de él y prevenir la consecuente ignición de gases inflamables o vapores que lo rodean, y que opera a una temperatura externa a la cual un gas o vapor inflamable no explotaría. Dicho de esta manera es antiexplosivo aquel equipo que soporte la presión de una explosión y aísle el exterior de dicha explosión.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- Fuente de Liberación: una fuente de liberación es un punto o ubicación en la que un vapor, gas o líquido inflamable podría ser liberado y formar una atmosfera con peligro de ignición. En base a este criterio se realiza la clasificación de áreas.
- Extensión de área clasificada: es el espacio tridimensional en el cual se podría presentar una atmosfera inflamable con peligro de ignición.

La clasificación de áreas que emplearemos será la siguiente:

- Clase I: localizaciones donde se presenta material combustible o inflamable en forma de gas, vapores o líquidos.
- División I: área donde se presentan o pueden presentarse atmosferas inflamables o combustibles en condiciones normales por actividades de proceso o mantenimiento.
- División II: área donde se presentan o pueden presentarse atmosferas inflamables o combustibles por falla de equipos o de proceso, que no existe frecuentemente bajo condiciones normales de operación.

En general se han considerado áreas donde hay gases o vapores combustibles en situación normal como Clase I, División I y cuando eventualmente pueden estar presentes pero que normalmente están confinados se consideran Clase I, División II. En lugares donde no aplica lo anterior se consideran como áreas no clasificadas.

En base en todo lo anterior se determina la extensión del área clasificada de acuerdo a las siguientes figuras extraídas de la norma API 500:

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Grafico 16: Área clasificada para equipos

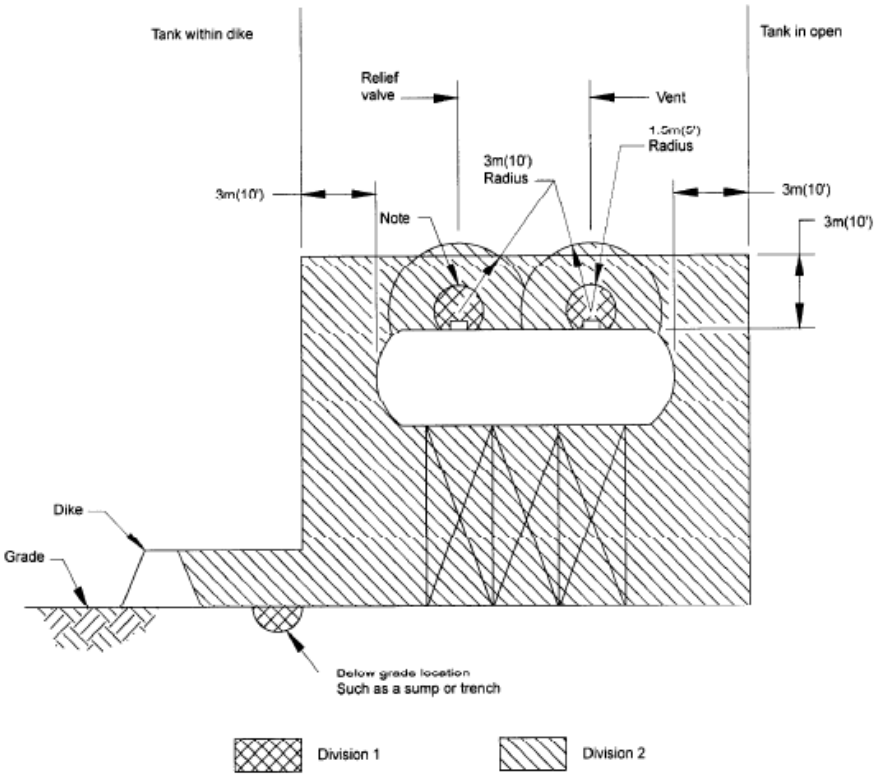


Figure 99—Elevated Storage Tank or Pressure Vessel
(See Section 14.3.3)

Se empleara dicho grafico para los equipos mecánicos de la instalación, extraído de la norma API-RP-500.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Grafico 17: Área clasificada para tuberías

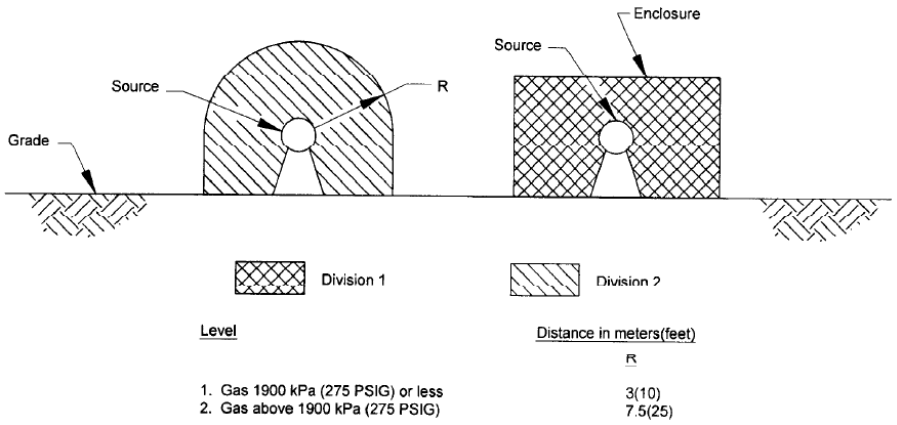


Figure 104—Outdoors—Compressor or Other Source Handling Lighter-Than-Air Flammable Gas
(See Section 14.3.8)

Se empleara dicho grafico para las tuberías de la instalación. Extraído de la norma API-RP-500.

2.16. FACTOR DE POTENCIA

En todos los casos se empleara un factor de potencia de 0.85, por ser el que se recomienda para la región de Ica. (Establecido por Electro Dunas S.A.A.)

2.17. ILUMINACIÓN

Se emplea el método de punto a punto en el cálculo. El procedimiento empleado es iterativo ya que determina la contribución de cada una de las luminarias incluida en el diseño sobre un punto específico o área a iluminar.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

El cálculo por el método de punto por punto, parte de las matrices de datos fotométricos de las luminarias, para luego determinar las coordenadas angulares de un punto de medición con respecto a una luminaria y su punto de enfoque. Con estos datos se encuentra la intensidad de luxes en la dirección al punto a estudiar a partir de la formula básica de iluminación que se indica:

$$Ep = \frac{(Ip) * (cos^3 a) * (cos^3 b) * (FM)}{H^2}$$

Donde:

Ep: Nivel de iluminacion en el punto deseado (Lux)

Ip: Intensidad de flujo luminoso de la luminaria en candelas (cd)

FM: factor de mantenimiento

h:altura de montaje de Luminaria, en metros (m)

a: angulo de orientacion superior e inferior del punto deseado.

b: angulo de orientacion derecho e izquierdo del punto deseado

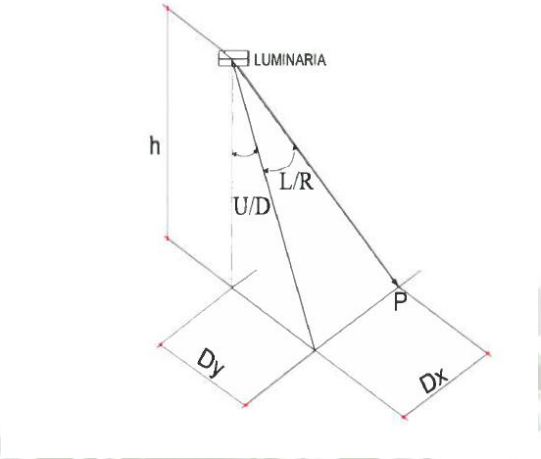
Dx, Dy: Coordenadas de la situacion del punto a analizar

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Grafico 18: Esquema General de Iluminación



2.18. MODULO RECTIFICADOR REDUNDANTE

Un rectificador de tensión o corriente es aquel que convierte la señal sinusoidal en una señal lineal continua. La finalidad de estos sistemas es proporcionar la alimentación adecuada para circuitos integrados e instrumentos que no operan con una alimentación del tipo alterna.

Para el presente proyecto se empleara un sistema rectificador redundante, es decir se usaran dos sistemas rectificadores que tendrán además un sistema de baterías para almacenar la energía convertida. Esto con la finalidad de operar uno como respaldo del otro. Un sistema convertirá energía y la almacenara para luego alimentar las cargas, cuando un sistema este alimentando las cargas el otro sistema se cargara automáticamente y luego estará en stand by hasta que salga de operación el primer módulo rectificador para entrar a operación. De esta manera se irán alternando a lo largo de la operación. En caso de falta de suministro de energía se empleara el sistema que esté operando en el momento, ya que se plantea que el

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

sistema de baterías tenga una autonomía de 4 horas de funcionamiento independiente. De esta manera las cargas que dependen de este sistema nunca quedaran desatendidas.

El dimensionamiento de estos sistemas siempre está a cargo de los proveedores de dicha tecnología, ya que se debe dimensionar los transformadores, el sistema de rectificación, el banco de batería, la forma de cargar el banco de baterías y además la estrategia electrónica de control para la operación de los dos sistemas.

Sin embargo es necesario que se determine la potencia de las cargas que alimentara este sistema para poder entregarle dichos datos a empresas especialistas en el rubro. Por lo tanto se describirán las cargas que necesita abastecer dicho sistema.

2.19. CARGAS DE SUMINISTRO ININTERRUMPIDO DE ENERGÍA (UPS)

Un sistema de alimentación ininterrumpida también conocido como UPS (del inglés uninterruptible power supply), es un dispositivo que, gracias a sus baterías u otros elementos almacenadores de energía, puede proporcionar energía eléctrica por un tiempo limitado y durante un apagón a todos los dispositivos que tenga conectados. Otras de las funciones que se pueden adicionar a estos equipos es la de mejorar la calidad de la energía eléctrica que llega a las cargas, filtrando subidas y bajadas de tensión y eliminando armónicos de la red en el caso de usar corriente alterna.

Los sistemas UPS dan energía eléctrica a equipos llamados cargas críticas, como pueden ser aparatos médicos, industriales o informáticos que, como se ha mencionado anteriormente, requieren tener siempre alimentación y que ésta sea de calidad, debido a la necesidad de estar en todo momento operativos y sin fallos (picos o caídas de tensión).

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Los sistemas UPS electrónicos suelen incluir una batería, cargador, inversor (un dispositivo que convierte la corriente continua en corriente alterna) y un interruptor de transferencia automática. Cuando se interrumpe la alimentación, las transferencias automáticas de conmutación transfieren la alimentación de la fuente primaria al inversor, que suministra corriente alterna a la misma tensión que la fuente primaria. Estos sistemas UPS pueden ser descritos como en línea o fuera de línea, en función de si el inversor está activo durante el uso normal. La mayoría de los sistemas de UPS que son capaces de suministrar 10 amperios kilovoltios (kVA) o más son el tipo de en línea.

La cantidad de energía en la batería dicta cuanto pueden ser operados los equipos críticos desde un sistema de UPS. Los sistemas UPS pequeños, como los que se utilizan para proteger la computadora en casa, están destinados a la alimentación de cargas pequeñas, como la computadora, el tiempo suficiente como para permitir apagar el equipo. Los sistemas más grandes, con baterías e inversores más grandes, están diseñados para alimentar cargas más grandes (instalaciones completas en algunos casos) por períodos prolongados de tiempo. La mayoría de los sistemas funcionan en modo de espera y las baterías se mantienen a plena carga por energía eléctrica.

2.20. ALIMENTADORES

Para encontrar la corriente que va a pasar por el conductor (en un circuito determinado de la instalación), se calcula primero la carga a alimentar. Para dimensionar un conductor hay que calcular primero la corriente que va a soportar.

Para un sistema trifásico:

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

$$I_3 = \frac{MD}{\sqrt{3} * V * \cos(\emptyset)}$$

Para un sistema monofásico:

$$I_1 = \frac{MD}{V * \cos(\emptyset)}$$

Dónde:

MD: Máxima demanda o carga a soportar W

V: Tensión de alimentación (V)

I1: Corriente (A)

Cos(∅): Factor de potencia

Con esta corriente se puede encontrar un calibre de conductor inicial, que será verificado con el Cálculo de Caída de Tensión.

Según la Norma Técnica de Calidad de Servicio Eléctrico (NTCSE) la caída máxima de tensión no deberá exceder de 5% del Voltaje nominal en zonas urbanas y 7% para zonas rurales. Emplearemos un 5%, ya que el City Gate está ubicado en las puertas de la ciudad de chincha, debiendo no considerarse zona rural.

- Calculo de la resistencia

  La resistencia se corrige a la máxima temperatura de operación:

$$R_{75} = R_{20} * [1 + \alpha(\Delta T)]$$

$$\Delta T = T2 - T1$$

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

$$R_{75}: Resistencia\ a\ 75°C$$

$$R_{20}: Resistencia\ a\ 20°C$$

$$\alpha: coeficiente\ de\ variacion\ de\ la\ resistividad\ por\ la\ tenperatura$$

$$\Delta T: diferencia\ de\ temperaturas$$

- Calculo de la reactancia inductiva

  La reactancia inductiva del sistema se calcula con las siguientes fórmulas:

$$re = \sqrt{\frac{S}{\pi}} * 10^{-3}$$

  Dónde:

  re: radio equivalente en m

  S: sección del conductor en mm2

  Para un sistema trifásico 380 V la distancia equivalente se define por:

$$Dm3 = \sqrt[3]{d * d * 2 * d}$$

  La reactancia inductiva se define por:

$$X3 = 2 * \pi * f * \left[0.5 + 4.605 * \log\left(\frac{Dm3}{re}\right)\right] * 10^{-4}$$

  Para un sistema monofásico 220 V la distancia equivalente se define por:

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

$$Dm1 = d$$

La reactancia inductiva se define por:

$$X1 = 2 * \pi * f * \left[0.5 + 4.605 * \log\left(\frac{Dm1}{re}\right)\right] * 10^{-4}$$

Dónde:

Dm3: distancia media geométrica entre las fases del circuito trifásico

Dm1: distancia media geométrica entre las fases del circuito monofásico

f: frecuencia

d: separación vertical entre conductores

X3: reactancia inductiva trifásica

X1: reactancia inductiva monofásica

La fórmula a emplearse en el cálculo de la caída de tensión será:

Para una línea trifásica:

$$\Delta V = \sqrt{3} * I_3 * Z$$

$$Z = [R_{75} * \cos(\emptyset) + X3 * sen(\emptyset)] * L$$

Para una línea monofásica:

$$\Delta V = 2 * I_3 * Z$$

$$Z = [R_{75} * \cos(\emptyset) + X1 * sen(\emptyset)] * L$$

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 estos valores será posible calcular la caída de tensión en cualquier punto de la instalación.

2.21. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

La toma de tierra, también denominado hilo de tierra, toma de conexión a tierra, puesta a tierra, pozo a tierra, polo a tierra, conexión a tierra, conexión de puesta a tierra, o simplemente tierra, se emplea en las instalaciones eléctricas para llevar a tierra cualquier derivación indebida de la corriente eléctrica a los elementos que puedan estar en contacto con los usuarios (carcasas, aislamientos) de aparatos de uso normal, por un fallo del aislamiento de los conductores activos, evitando el paso de corriente al posible usuario.

La puesta a tierra es una unión de todos los elementos metálicos que mediante cables de sección suficiente entre las partes de una instalación y un conjunto de electrodos, permite la desviación de corrientes de falta o de las descargas de tipo atmosférico, y consigue que no se pueda dar una diferencia de potencial peligrosa en los edificios, instalaciones y superficie próxima al terreno.

2.21.1. Importancia del sistema de puesta a tierra

El sistema de puesta a tierra que se pretende desarrollar para el City Gate es de gran importancia porque brindara seguridad a las personas y garantizaran el correcto funcionamiento de los dispositivos de protección de los sistemas eléctricos, especialmente durante los acontecimientos de fallas por cortocircuito a tierra y/o descargas atmosféricas.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

2.21.2. Consideraciones generales

Para la identificación del tipo de terreno donde se instalara el sistema de puesta a tierra, se tomó como referencia el estudio de suelos realizado por la empresa Buenaventura Engineering S.A.C para Congas.

Para la determinación de la resistividad del terreno se tomó como base los valores de la tabla A" – 06 de resistividades medias para terrenos típicos del CNE – Utilización.

Para realizar el cálculo de las corrientes de cortocircuito utilizaremos la siguiente expresión:

$$I_{ccs} = \frac{S}{\sqrt{3} * \frac{U_{cc}}{100} * U_s}$$

Dónde:

S: potencia del transformador en KVA

Ucc: tensión porcentual de cortocircuito del transformador

Us: tensión secundaria del transformador

Iccs: intensidad de cortocircuito secundaria en KA

La resistencia de puesta a tierra de la malla no deberá ser mayor a 10 Ohms de acuerdo a lo exigido en el CNE.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CAPÍTULO III

IDENTIFICACIÓN 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

3.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Tabla 3: Identificación del Proyecto

IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO	
Nombre del Proyecto	Diseño de una estación reductora de Presión (City Gate) de Gas Natural procedente de Camisea
Localización del Proyecto	País: Perú Departamento: Ica Provincia: Chincha
Nombre de la institución	Universidad Católica de Santa María
Código del proyecto	CGC (City Gate Camisea)
Autor	Bachiller en Ingeniería Mecánica Eléctrica Juan Felipe Cuadros Prado

3.2. CÓDIGOS, NORMAS Y ESTÁNDARES

Para la ejecución general del trabajo CGC, SE seguirá los códigos, normas, estándares y documentos de referencia listados en el Anexo Nº1. Otros códigos y estándares no específicamente mencionados en el texto podrán ser utilizados para información general.

En caso de discrepancia entre los códigos, normas, leyes y decretos, prevalecerá lo que brinde mayor seguridad.

Todo el desarrollo del proyecto se efectuará de acuerdo con las ediciones vigentes de las secciones aplicables de los códigos, normas, estándares y documentos establecidos a 01 de Enero de 2014, fecha de iniciación de la elaboración del Proyecto.

3.3. SISTEMA DE UNIDADES

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 el Anexo Nº2 “Sistema de Unidades de Medida” se muestra el compendio de las unidades seleccionadas de acuerdo con el sistema de unidades internacional (SI) junto con las excepciones que van a ser utilizadas y que están indicadas en varios de los documentos finales del presente proyecto.

3.4. RESTRICCIONES AL DISEÑO

La filosofía gobernante para el diseño, sus instalaciones y facilidades anexas deberá regirse por los siguientes conceptos:

- Cumplimiento de normas y estándares aplicables.
- Simplicidad de control y medición.
- Facilidad de operación y mantenimiento.
- Confiabilidad del sistema.
- Estandarización de materiales y equipos.
- Previsión para futuras ampliaciones.

Las siguientes restricciones serán consideradas durante el desarrollo del alcance de los trabajos de ingeniería:

Tabla 4: Restricciones al Diseño

RESTRICCIÓN	REFERENCIA
Clasificación de área eléctrica	API RP 50 y NFPA 497
Capacidad Proyectada	Se debe considerar escalabilidad

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Ampliación futura	Se debe conservar para la ampliación la clase de localización definida por el estudio con el DS-081-2007 EM, articulo 94
Tiempo de vida	30 años

3.5. IDENTIFICACIÓN DE INSTRUMENTOS, EQUIPOS, LÍNEAS DE PROCESO Y CONDUCTORES ELÉCTRICOS

3.5.1. Clases de tubería (rating)

En el diseño de sistemas de tuberías los accesorios (fittings en Ingles) y válvulas son elementos muy importantes, ya que en la unión de estos con las tuberías o en la unión entre accesorios es donde se presentas fallas continuamente. Las bridas y otros accesorios para tuberías según los estándar ASME/ANSI B16.55 o ASME/ANSI B16.476 normalmente se clasifican según su 'clase de presión', que es una relación a partir de la cual se puede obtener una curva según la resistencia al efecto conjunto presión-temperatura. Las clases de presión (pressure classes o rating, en inglés) se expresan en libras por pulgada cuadrada (lb/in^2 o, simplemente, el símbolo #) y se han estandarizado para hacer más fácil su selección en diferentes aplicaciones.

Las clases más usuales son: 150#, 300#, 600#, 900#, 1500# y 2500#, aunque ASME B16.47 reconoce la clase 75# la cual está pensada para presiones y temperaturas de trabajo de baja exigencia.

Cuanto mayor es la clase de presión de las bridas de una red de tuberías, mayor resistencia presentará dicha red al efecto conjunto de la presión y la temperatura. Así,

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 ejemplo, un sistema con clase 150# difícilmente soportaría unas condiciones de presión y temperatura de 30 bar y 150 °C, mientras que una clase 300# sería la ideal para esas condiciones. Cuanto mayor es la clase de tuberías de una brida, mayor es su precio, por lo que resultaría un gasto no justificado el empleo de unas bridas de 600# para este caso concreto.

Las clases de tubería (Rating) para el presente proyecto, se codifican con un dígito (D) de acuerdo con lo indicado en la siguiente tabla:

Tabla 5: Clase de Tuberías

D	DESCRIPCIÓN
1	RATING 1500
2	RATING 900
3	RATING 600
4	RATING 300
5	RATING 150
6	POLIETILENO

3.5.2. Código de tensión nominal

De acuerdo al código nacional de electricidad, el tomo de suministro, en el numeral 017.A y 0.17.B se indican los valores de tensión normalizados permitidos en Perú. En base a estos valores se seleccionaron los niveles de tensión que se aplicarían al proyecto y por consiguiente a todos los equipos que este incluya.

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 los equipos eléctricos e instalaciones, la tensión nominal se codifica con un dígito (D), de acuerdo con lo indicado en las siguientes tablas:

Para corriente alterna (circuitos de fuerza y alimentación)

Tabla 6: Tensión Nominal Corriente Alterna

D	DESCRIPCIÓN	
1	10 Kv	MEDIA TENSIÓN
2	380/220 V	BAJA TENSIÓN

Para corriente continua (circuitos de control)

Tabla 7: Tensión Nominal Corriente Continua

D	DESCRIPCIÓN
3	24 VDC
4	12 VDC
5	48 VDC

3.5.3 Identificación de instrumentos

En el desarrollo de un proyecto se hace necesario identificar cada instrumento de acuerdo a su función y ubicación, todo esto para poder establecer de manera clara un código que sea fácil de entender y de plasmar luego en los planos del proyecto. Por esta razón a cada instrumento se le asigna un tag o nombre para identificarlo y ubicarlo dentro 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

La identificación de los instrumentos (Tags), se realizará de acuerdo con la siguiente secuencia de códigos:

CGC – CCC – DEXX

Código del Proyecto – Identificación del instrumento – Especificación

Dónde las letras corresponden a las de la siguiente tabla:

Tabla 8: Identificación de Instrumentos

SIGLA	DESCRIPCIÓN
CGC	City Gate Camisea
CCC	Identificación del instrumento de acuerdo a la norma ANSI/ISA S5.1
D	Clase de tubería / Código de tensión nominal
E	Operación unitaria
XX	Consecutivo / Correlativo

D Código que describe la clase de tubería según el RATING de las bridas de la línea/equipo, sobre el cual está instalado el instrumento, el dígito correspondiente se indica en la tabla de rating.

Para los equipos eléctricos, este carácter corresponde a la tensión nominal, el código correspondiente se indica en la tabla de tensiones nominales.

E Código que describe la operación unitaria a la cual está vinculado el instrumento, el dígito correspondiente se indica en la siguiente tabla.

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 9: Códigos de Operaciones Unitarias

E	DESCRIPCIÓN
0	Almacenar / Retener
1	Derivar / Seccionar
2	Filtrar solidos / Decantar Líquidos
3	Medir
4	Calentar
5	Regular
6	Odorizar / Adicionar Químico
7	Ventear / Drenar / Quemar
8	No aplica

XX Caracteres que indican el consecutivo del instrumento (de 01 a 99). Este consecutivo se iniciará cada vez que se cambie de identificación del instrumento, de clase de tubería, y/o de operación unitaria; de esta manera se pueden adicionar más instrumentos, sin afectar ninguna otra secuencia de numeración.

EJEMPLO

CGC – PIT – 2101

Primer Transmisor Indicador de Presión vinculado con la válvula de shutdown (seccionar) a la entrada del City Gate Camisea (rating 600)

3.5.4. Identificación de equipos

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

La identificación de los equipos, se realiza mediante una secuencia de códigos, que permite distinguir la ubicación del equipo, de la siguiente forma:

CGC – FF – DXX

Código del Proyecto – Código del Equipo – Especificación

Dónde las letras corresponden a las de la siguiente tabla:

Tabla 10: Identificación de Equipos

SIGLA	DESCRIPCIÓN
CGC	City Gate Camisea
FF	Código del Equipo
D	Clase de tubería / Código de tensión nominal
XX	Consecutivo / Correlativo

FF Caracteres que indican el código del equipo, los cuales se indican en la tabla N°11:

D Código que describe la clase de tubería según el RATING de las bridas de la línea/equipo, sobre el cual está instalado el instrumento, el dígito correspondiente se indica en la tabla de rating.

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 11: Codificación de Equipos

CODIFO	DESCRIPCIÓN
FS	Filtro Separador
FC	Filtro Ciclónico
CL	Calentador
BE	Bomba
UM	Unidad de Medición
FL	Tea
SO	Sistema de Odorización
DR	Tambor
FI	Filtro de Servicios
VE	Venteo
TM	Trafomix de Medida
TF	Transformador
TD	Tablero de Distribución
UPS	UPS
TG	Generador Eléctrico
ME	Motores
PV	Poliválvula
DC	Fuente de voltaje (Convertidor)
RT	Router
AP	Router Inalámbrico
SW	Switch Ethernet
MD	Módem/Multiplexor
SDH	Equipo SDH
TI	Teléfono IP
CA	Cámara
SR	Servidor
DA	Array de Discos
RE	Rectificador
CN	Convertidor
FW	Firewall
PLC	Controlador Lógico Programable

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 los equipos eléctricos, este carácter corresponde a la tensión nominal, el código correspondiente se indica en la tabla de tensiones nominales.

XX Caracteres que indican el consecutivo del instrumento (de 01 a 99). Este consecutivo se iniciará cada vez que se cambie de identificación del instrumento, de clase de tubería, y/o de operación unitaria; de esta manera se pueden adicionar más instrumentos, sin afectar ninguna otra secuencia de numeración.

EJEMPLO

CGC – FC – 201

Primer Filtro Ciclónico del City Gate Camisea (rating 600)

3.5.5. Identificación de Líneas de Proceso

La identificación de líneas se realiza de la siguiente forma:

Tabla 12: Identificación de Líneas de Proceso

Z	YYY	CGC	WDWW	GG	XXX
Diámetro (pulg)	Servicio	Proyecto	Especificación de la tubería	Aislamiento o recubrimiento	consecutivo

Z Corresponde al diámetro nominal de la línea en pulgadas (“) para las tuberías de acero y en milímetros (mm) para las tuberías de polietileno.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

YYY Caracteres que indican el tipo del servicio que fluye a través de la línea, los cuales se indican en la tabla N° 13.

WDWW Estos caracteres indican el material, clase de tubería, tolerancia a la corrosión y el grado de material, de acuerdo con el Piping Class que se desarrollara más adelante.

GG Estos caracteres indican el tipo de aislamiento o recubrimiento requerido para la tubería, de acuerdo con la tabla N° 14.

XXX En la tabla N° 15 se indica el criterio de consecutivo de línea de acuerdo con el tipo de servicio.

Tabla 13: Codificación de Servicios

DESCRIPCIÓN	CÓDIGO
Gas de alta presión (19 – 150 barg)	GAP
Gas de media presión (4 – 19 barg)	GMP
Gas de baja presión (0 – 4 barg)	GBP
Condensado	CND
Venteos	VEN
Gas de servicios / Combustibles	GSI
solidos	SLD

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 14: Tipo de Aislamiento

DESCRIPCIÓN	CÓDIGO
Solo aislamiento	AA
Conservación de calor	HC
Sin protección ni recubrimiento	NP
Protección personal	PP
Aislamiento y traceado eléctrico	AT
Solo pintura (incluye recubrimientos anticorrosivos)	SP

Tabla 15: Numero de Correlativos en los Servicios

LÍNEAS DE PROCESO	
SERVICIO	**CONSECUTIVO**
Gas de alta presión	001 - 050
Gas de media presión	050 – 100
Gas de baja presión	101 – 150
LÍNEAS DE SERVICIO	
SERVICIO	**CONSECUTIVO**
Condensado	151- 170
Venteos	171 – 200
Gas de servicios	201 – 230
Solidos	231 - 260

3.5.6. Identificación de conductores

La identificación del cableado, se realiza de la siguiente forma:

Tabla 16: Identificación de Conductores

CGC – FF - DXX	W	XX
Identificación del equipo	Tipo de conductor	Consecutivo

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Estos caracteres indican la identificación del equipo (destino o llegada del cable), de acuerdo con lo desarrollado con anterioridad en el apartado de identificación de equipos.

W Carácter que describe el tipo de conductor a utilizar, de acuerdo con los códigos de la tabla siguiente.

Tabla 17: Tipo de Conductor

DESCRIPCIÓN	CÓDIGO
Cable de Cobre un/bi/tripolar	C
Cable de potencia o fuerza eléctrica	P
Cables de instrumentación	I

XX Caracteres que indican el consecutivo del cable (de 01 a 99). Este consecutivo se iniciará cada vez que se cambie de identificación de equipo y/o voltaje; de esta manera se pueden adicionar más cables, sin afectar ninguna otra secuencia de numeración.

EJEMPLO

CGC – TF – 101 – P – 01

Acometida en Media Tensión, 10000 V, que llega al transformador de distribución, ubicado en el City Gate Camisea.

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 IV

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

4.1. CAPACIDAD DE DISEÑO

El sistema de transporte de Gas Natural en la región de Ica deberá tener la capacidad suficiente para satisfacer la demanda de gas de las grandes industrias locales así como los consumos regulados (domiciliarios) a través de los Centro Operacionales o City Gates proyectados en sus diferentes localidades.

En la siguiente tabla se muestra un resumen de los consumos proyectados de gas natural por la empresa Congas S.A. actualizados al año 2012. El cuadro muestra los consumos que grandes empresas ubicadas en la localidad de Ica han solicitado. Además de estas grandes empresas se ha proyectado la construcción de varios City Gates en las principales ciudades del departamento con la finalidad de abastecer a los clientes regulados y además a empresas cuyo consumo individual no es muy elevado pero el conjunto de todas ellas y una proyección de ampliación de dicho consumo hacen factible la construcción de City Gates en cada ciudad.

De acuerdo con los datos proporcionados por Congas S.A. el consumo que se destina a la ciudad de Chincha es de 42.02 MMSCFD para consumo industrial en la zona y 1.68 MMSCFD para clientes regulados. Es en base a esta capacidad que se realizara este proyecto.

Se seleccionó esta opción por ser el mayor consumo entre los consumos que se proponen para las ciudades, y porque esta propuesta incluirá un sistema de bloqueo directo del concesionario (en este caso TGP), aspecto del cual otra instalación carecería por pertenecer el gasoducto y el City Gate a la misma empresa.

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 18: Consumos de Gas Natural de Grandes Industrias y Ciudades

INDUSTRIA /LOCALIDAD	CONSUMO (MMSCFD)			
	INDUSTRIAL	DOMESTICO	UBICACIÓN	CONSUMO TOTAL
NITRATOS DEL PERU	76	0	TRONCAL HUMAY PISCO	128.03
PRAXAIR	13.3	0		
ACEROS AREQUIPA				
FUNSUR				
FUNSURG				
PISCO	37.81	0.92		
ELECTRODUNAS	15	0	TRONCAL HUMAY MARCONA	201.8324
CFI	99	0		
SHOUGANG	7.2	0		
SHOUGESA	39	0		
ICA	32.04	0.8924		
NAZCA	5.21	1.26		
MARCONA	0	2.23		
CHINCHA	42.02	1.68	CG CHINCHA	43.7

Fuente: Congas S.A.

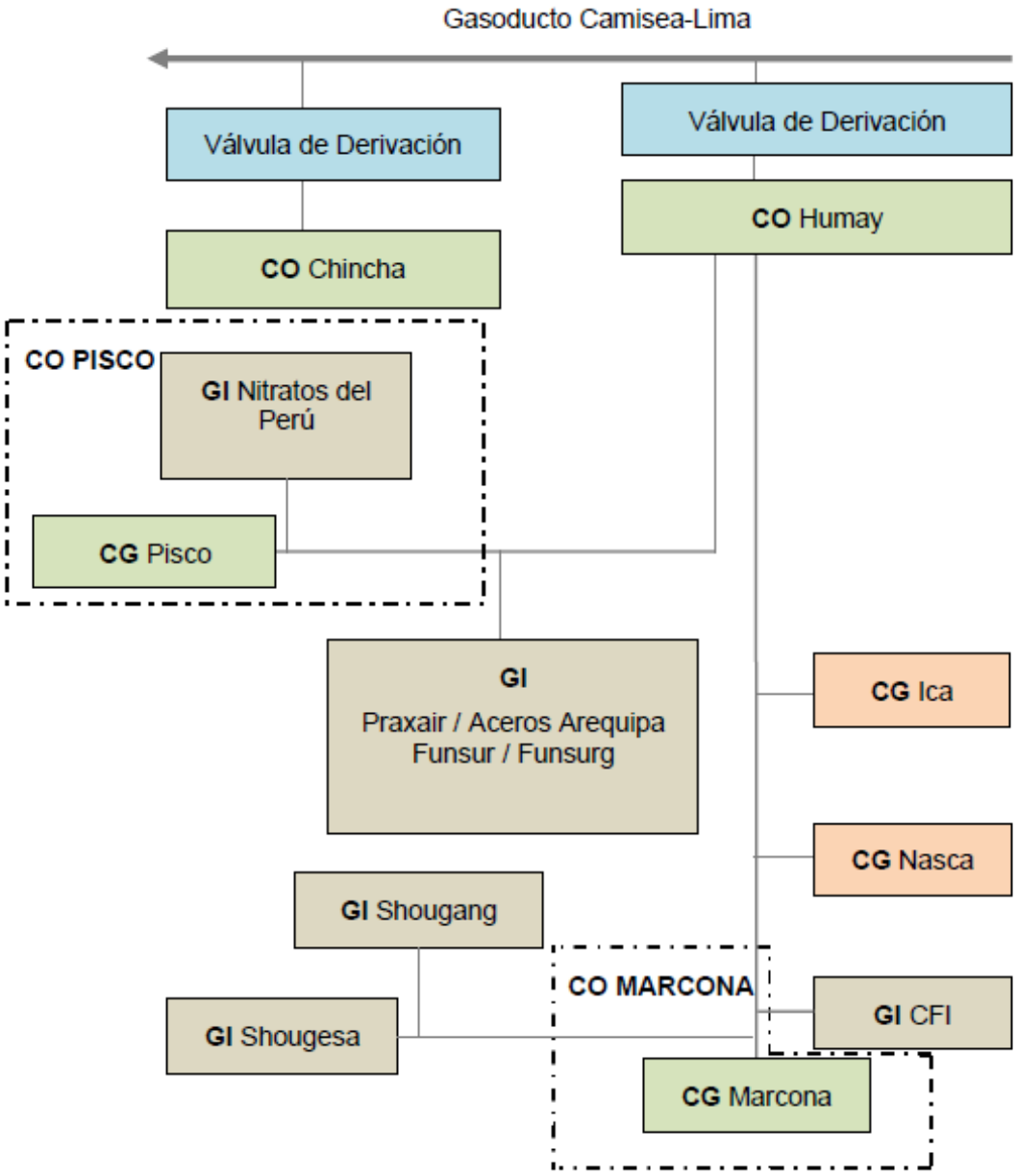
En el siguiente grafico se muestra el arreglo de distribución en base al cual se optó por diseñar un City Gate en la localidad de Chincha.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Grafico 19: Esquema de Distribución de Gas en el Departamento de Ica



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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

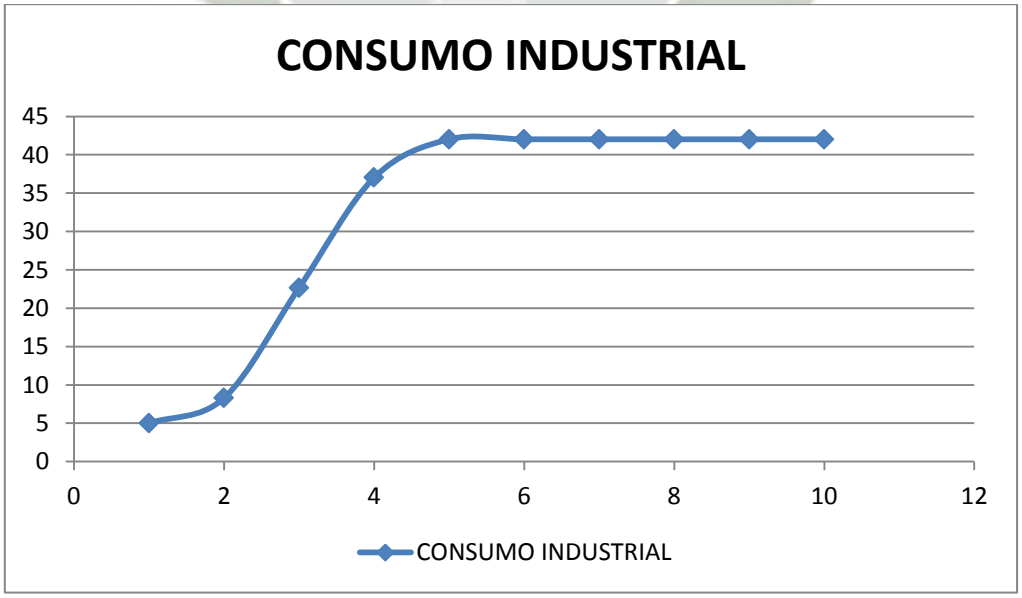
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

4.2. ESCALABILIDAD DE CONSUMO

Durante el tiempo de vida del proyecto, que será de 30 años, se espera que los consumos de los sectores residencial, comercial, e industrial aumenten al ritmo del crecimiento poblacional y económico. En cuanto a las grandes Industrias, Congas realizó una proyección de consumo hasta el año 2020, cuyos resultados son los mostrados en la tabla anterior después de un periodo de normalización de 4 años como máximo.

En relación al consumo del City Gate ubicado en Chincha se espera que las conexiones industriales se completen en el mismo periodo de 4 años, mientras que el consumo domiciliario debe llegar a cubrir toda su capacidad en 6 años a partir de la entrada en operación de la instalación. Por este motivo la proyección de consumo realizada por Congas S.A. sobre el consumo en la localidad de Chincha se muestra en las siguientes gráficas.

Grafico 20: Consumo industrial de Gas Natural



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

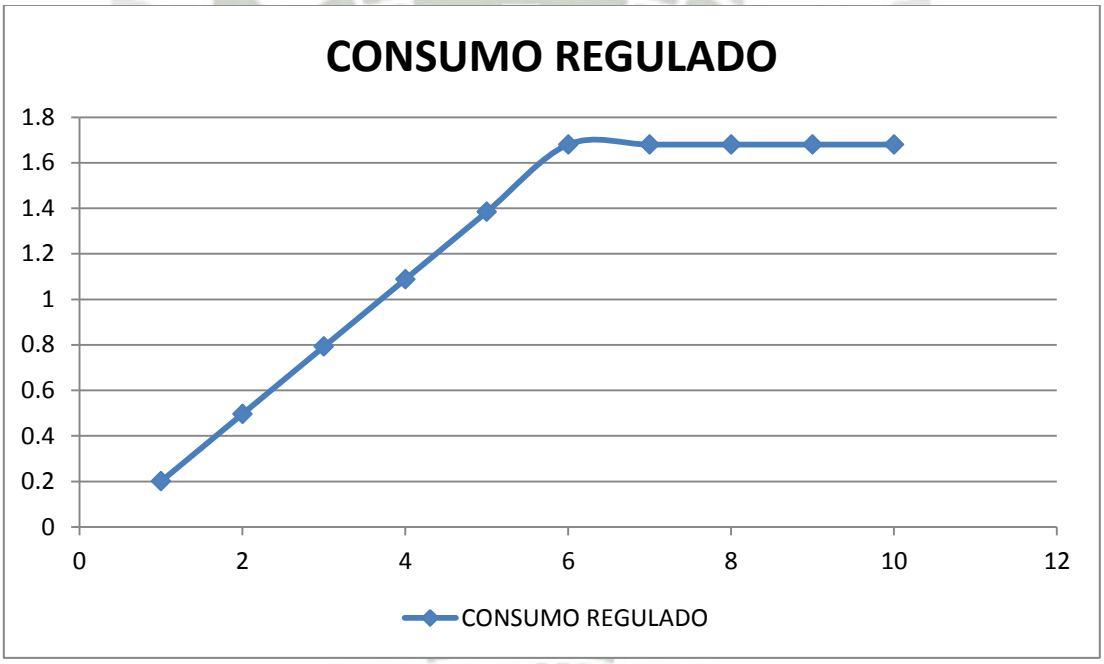
REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

El consumo regulado de gas natural se prevé que sea más regular debido a que se cuenta con un plan de masificación del gas domiciliario para que llegue a toda Chincha.

Los consumos proyectados para el período desde el año diez hasta el año treinta se asumen iguales a los del año diez, teniendo en cuenta que las curvas de proyección se estabilizan en el año seis. Dada esta variación de los caudales en el tiempo, el diseño del City Gates tiene en cuenta el concepto de escalabilidad.

Grafico 21: Consumo Regulado de Gas Natural



Para el dimensionamiento de las tuberías, los filtros ciclónicos, filtros separadores y calentadores del City Gates, se tomarán los flujos picos resultantes de las curvas del perfil horario diario, obtenidas por Congas S.A. con una proyección a 30 años, para los sectores Residencial, Comercial, Industrial mediano y pequeño y para estaciones de GNV.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Los sistemas de medición y regulación, se diseñarán de tal forma que garanticen la disponibilidad y funcionalidad a lo largo de la vida útil del proyecto (desde el año 0 hasta el año 30). Incluyendo las variaciones vinculadas con salida de servicio de las grandes industrias, por temporadas de cosechas o pesca, y por la variación del perfil de consumo horario (flujos bajos en horas nocturnas), y flujo alto, como la operación en el año 30, con todos los grandes consumidores conectados al sistema.

4.3. CARACTERÍSTICAS DEL GAS DE CAMISEA

Dada la composición variable del Gas Natural el Perú ha elaborado normas técnicas que reglamentan su composición para poder garantizar la calidad de este a cualquier consumidor. Por este motivo el gas natural deberá ser entregado por la empresa transportadora bajo las especificaciones previstas en la NTP 111.002.2003 y el Artículo 44 del Decreto Supremo No.040-2008-EM "Texto Único Ordenado del Reglamento de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos".

Las características del gas utilizadas para el diseño corresponden al promedio de las recibidas por la empresa Congas S.A. en Julio 2 de 2009, y se muestran en la Tabla siguiente.

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 19: Características del Gas Natural de Camisea

GAS NATURAL DE CAMISEA		
PROPIEDAD	**UNIDADES**	**VALORES**
Dióxido de Carbono (CO2)	% mol	0.24377
Nitrógeno (N2)	% mol	0.77315
Metano (C1)	% mol	88.29237
Etano (C2)	% mol	10.54184
Propano (C3)	% mol	0.14084
Isobutano (IC4)	% mol	0.00339
N-butano (NC4)	% mol	0.00256
Isopentano (IC5)	% mol	0.00029
N-pentano (NC5)	% mol	0.00036
Hexano (C6)+	% mol	0.00140
Agua (H2O)	mg/m3	65
Gravedad especifica	G	0.612
Peso Molecular	Kg/Kgmol(Lb/Lbmol)	17.73 (17.73)
Poder calorífico bajo	KJ/m3 (Btu/ft3)	36.563 (981)
poder calorífico alto	KJ/m3 (Btu/ft3)	40.500 (1087.8)

Notas:

1. La cromatografía cumple con las condiciones de calidad establecidas en el Artículo 44 del DS 040-2008-EM.
2. Composición en base seca. Sin embargo, se considera un contenido máximo de agua en el gas de 65 mg/m3 st de acuerdo con el Decreto Supremo DS-040-2008-EM “Texto Único Ordenado del Reglamento de Distribución de Gas Natural por

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Red de Ductos" del 21 de julio. Referente a la cantidad de sulfuros o azufre total, su efecto es mínimo en cuanto a la evaluación hidráulica de la tubería.

3. Se considera un contenido de sólidos a la entrada del Centro Operacional de 3 ppm.

Las condiciones estándar para el gas natural se establecen de acuerdo con la definición del DS-040-2008-EM:

Tabla 20: Condiciones estándar del Gas de Camisea

CONDICIONES ESTÁNDAR	UNIDAD	VALOR
Presión del gas	Bar	1.013
Temperatura del gas	°C	15.5
Gravedad especifica de referencia para gases	Aire	1.0
Gravedad especifica de referencia para líquidos	Agua	1.0

4.4. CONDICIONES DE TEMPERATURA

De acuerdo con las condiciones de operación definidas para City Gate se establece como temperatura de diseño 50ºC. Ciertamente la temperatura máxima ambiental es 28°C, pero dentro de las condiciones de calidad establecidas en el Artículo 44 del DS 040-2008-EM, se establece que la temperatura máxima a la que el concesionario podría entregar el gas natural es 50 °C

Por este motivo y siendo responsables con el diseño se debe tomar la condición de temperatura más severa, que sería esperar una temperatura de 50 °C de parte del concesionario en un caso extremo. Esto claramente influye en la selección posterior de la clase de las 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

TEMPERATURA DE DISEÑO
50 °C

4.5. CONDICIONES DE PRESIÓN

La presión mínima contractual en el punto de conexión con el Gasoducto Camisea-Lima del City Gate será de mínimo 70 Barg y una presión máxima de 135 Barg.

Las presiones mínimas para diseño, corresponden a las contractuales acordadas con las Grandes Industrias y las establecidas a la entrada de los City Gates que se estableció en el Acta de las reuniones Transcogas-CIG de Nov. 11 al 13 de 2009.

Tabla 21: Condiciones de Presión TGP

CONDICIONES DE PRESIÓN	MÍNIMO		MÁXIMO	
	barg	psig	barg	psig
Presión City Gate	70	1029	135	1984.5

Estas son las condiciones operacionales mínimas garantizadas por el transportador TGP (Transportadora de Gas del Perú) en el punto de conexión.

La presión requerida aguas abajo del City Gates es 19 barg para el consumo industrial y 4 barg para enviar el gas a las estaciones de servicio dentro de la ciudad (las estaciones de servicio reducirán la presión a 1.1 barg para el consumo doméstico).

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

El consumo destinado al sector industrial se realizara mediante una red de tuberías de acero por la presión aun elevada, mientras que el consumo destinado a los clientes regulados se realizara mediante ductos de polietileno.

Tabla 22: Condiciones de Presión a la Salida del CG

INDUSTRIAL		REGULADO	
Red de Acero		Red de polietileno	
19	barg	4	barg

4.6. OTRAS CONDICIONES

Con el propósito de aprovechar al máximo las condiciones de suministro de gas por parte de TGP, para el evento de altos consumos y nuevos clientes (no contemplados durante la etapa de la ingeniería), se define la presión de diseño de líneas y equipos con base en la máxima presión permitida por la clase de tubería a las temperaturas de diseño correspondientes.

La experiencia sobre gas a nivel mundial nos dice que los materiales del Grupo 1.1 ASME B16.5. son los más adecuados para los accesorios de un sistema de gas natural. En base a esta recomendación se seleccionara la clase de tubería que se empleara en el diseño. Como consecuencia de la selección de este parámetro quedara fijado un nuevo estándar de presión al que se le denominara “Presión de Diseño”.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

La presión de diseño se define como la máxima presión a la que podría estar sometido un sistema y trabajar de manera normal. La siguiente figura muestra el extracto necesario del ASME B16.5 para seleccionar la clase de las tuberías.

Tabla 23: Pressure –Temperature Ratings for Group 1.1 Materials , ASME B16.5

Table 2-1.1 Pressure–Temperature Ratings for Group 1.1 Materials

Nominal Designation	Forgings	Castings	Plates
C–Si	A 105 (1)	A 216 Gr. WCB (1)	A 515 Gr. 70 (1)
C–Mn–Si	A 350 Gr. LF2 (1)	. . .	A 516 Gr. 70 (1), (2)
C–Mn–Si–V	A 350 Gr. LF6 Cl 1 (3)	. . .	A 537 Cl. 1 (4)
3½Ni	A 350 Gr. LF3	. . .	. . .

Working Pressure by Classes, bar

	Class						
Temp., °C	150	300	400	600	900	1500	2500
–29 to 38	19.6	51.1	68.1	102.1	153.2	255.3	425.5
50	19.2	50.1	66.8	100.2	150.4	250.6	417.7
100	17.7	46.6	62.1	93.2	139.8	233.0	388.3
150	15.8	45.1	60.1	90.2	135.2	225.4	375.6
200	13.8	43.8	58.4	87.6	131.4	219.0	365.0

Las presiones que manejamos para el diseño son 135, 70, 19 y 4 barg, por lo que la selección optima seria la mostrada en la siguiente tabla.

Tabla 24: Presión de Diseño

CLASE	TEMPERATURA	PRESIÓN DE DISEÑO	PRESIÓN DE OPERACIÓN
900	50 °C	150.4 barg	135 barg
600	50 °C	100.2 barg	70 barg
150	50 °C	19.2 barg	19 barg
150	50 °C	19.2 barg	4 barg

De esta manera las presiones de diseño quedan establecidas al definir la clase 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

Adicionalmente la presión de diseño de los tambores de condensados será de 4 barg para poder evacuar liquido en cualquier punto del arreglo de tuberías, y para los equipos de alivio se empleara 5,5 barg como set point.

4.7. FILOSOFÍA DE OPERACIÓN, CONTROL Y SHUTDOWN

El City Gate CGC a desarrollar en el presente trabajo comprenderá los equipos de filtración, medición, calentamiento, regulación, y odorizacion para la derivación y transferencia de custodia del gas natural proveniente del Gasoducto Camisea – Lima (Red de transporte de TGP – Transportadora de Gas de Perú) hacia la distribución del mismo en la localidad de Chincha. El City Gate comprende un arreglo para abastecer de gas a un sector industrial en media presión (19 barg) mediante una red de acero, y a un sector de consumo urbano para lo cual debe entregar gas en baja presión (4 barg) a las estaciones de distrito mediante un ducto de polietileno.

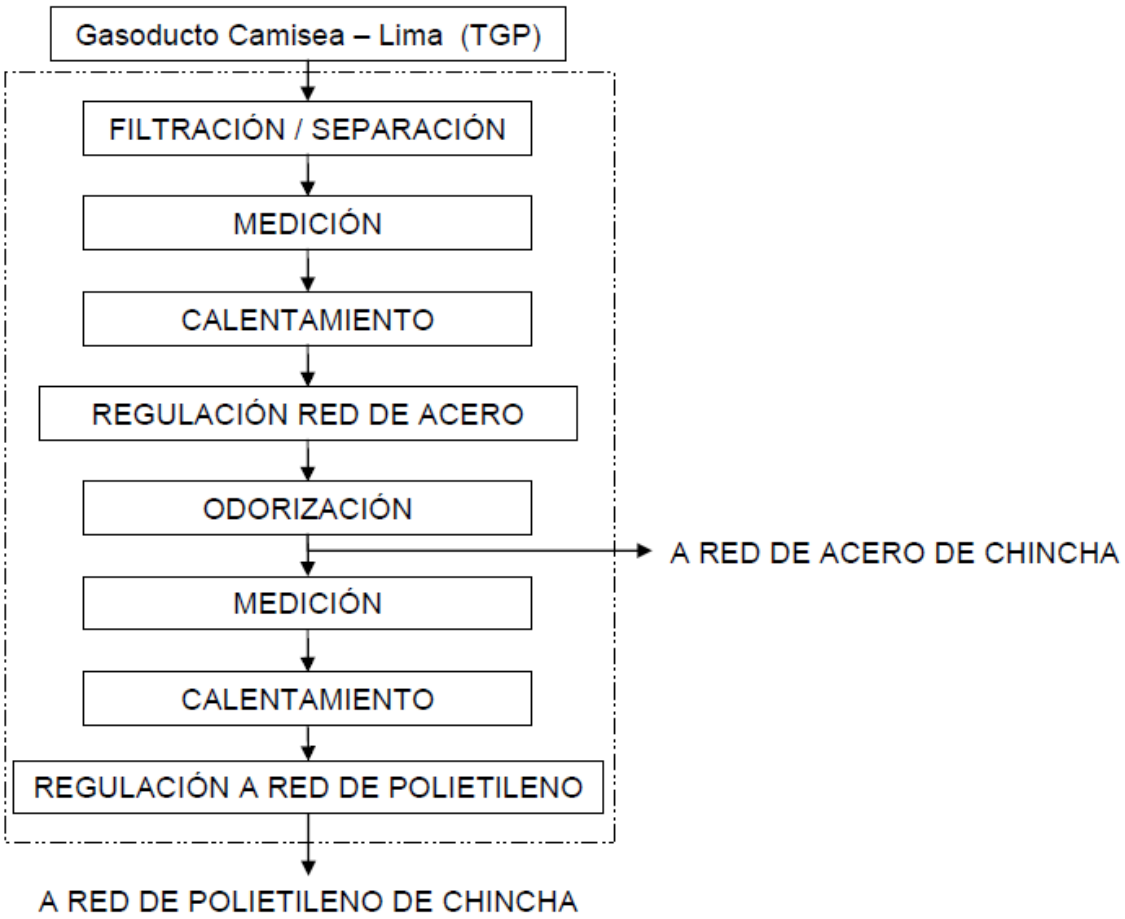
En la siguiente figura se indica el esquema básico para el City Gate.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Grafico 22: Diagrama de flujo City Gate



El área de procesos del City Gate CGC comprende los siguientes sistemas y/o equipos:

- Un (1) Sistema de Bloqueo conformado por dos (2) válvulas, la primera será operada por TGP para el aislamiento del City Gate del gasoducto Camisea – Lima y la segunda corresponde a la válvula de cierre de emergencia (shut down) de actuación autónoma, utilizada para el aislamiento del City Gate del Gasoducto Camisea - Lima.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- Un (1) Sistema de filtración conformado por dos (2) filtros ciclónicos, operando uno como respaldo, encargados de la retención de las partículas presentes en el gas natural con diámetro mayor a 10 micras y dos (2) filtros separadores horizontales, operando uno como respaldo, encargado de la retención de las partículas presentes en el gas natural con diámetro mayor a 5 micras, y la retención de líquidos presentes.
- Un (1) sistema de medición de gas (transferencia de custodia) con medidores de flujo tipo ultrasónicos y turbina, encargados de la fiscalización de la transferencia de custodia hacia el sistema de distribución.
- Un (1) sistema de calentamiento indirecto con baño de agua, que utiliza como combustible, gas natural. El propósito de este sistema es evitar la formación de hidratos debidos a la disminución de la temperatura al regular la presión del gas
- Un (1) sistema de regulación para la red de acero conformado por dos brazos de regulación, uno como respaldo del otro, que regulará el gas para la distribución del gas natural a través de la red de acero de Chincha.
- Un (1) sistema de odorización, con el cual se inyectará una sustancia odorante, que le da un olor característico al gas para que sea detectado fácilmente en caso de fugas.
- Un (1) Sistema de Bloqueo conformado por válvulas de cierre de emergencia (shut down) de actuación autónoma, utilizadas para el aislamiento del City Gate de la red de acero de Chincha y de los equipos de la red de polietileno.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- Un (1) sistema de medición de gas con un medidor de flujo tipo turbina, para realizar el control de inventarios de la red de polietileno.
- Un (1) sistema de calentamiento tipo intercambiador y caldera, utilizado para el calentamiento del gas natural con el propósito de evitar la formación de hidratos debido a la disminución de la temperatura al regular la presión del gas de la red de polietileno.
- Un (1) sistema de regulación para la red de polietileno conformado por dos brazos de regulación, uno como respaldo del otro, que regulará el gas para la distribución a través de la red de polietileno de Chincha, configurado con el esquema monitor / trabajador.

El control del City Gate se llevara a cabo desde un cuarto de control en la misma instalación y se basara en un PLC principal para el control y supervisión del proceso (CGC-PLC-301) y un PLC dedicado ESD para las tareas de emergencia (CGC-PLC-302).

4.7.1. Sistema de bloqueo del concesionario (TGP)

Ala entrada del City Gate, se tiene una válvula de bloqueo autónoma (neumática) CGC-ESDV-2102, la cual aísla el City Gate de la troncal Camisea – Lima, cuya operación será responsabilidad de TGP.

4.7.1.1. Supervisión

La válvula cuenta con las siguientes señales que van conectadas al computador de flujo CGC-FQIC-2301 de la unidad de medición CGC-UM-201 por medio de un bus de comunicación Modbus u otro compatible.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- Estado de posición de la válvula abierta (CGC-ZSO-2102)
- Estado de posición de la válvula cerrada (CGC-ZSC-2102)

Estas mismas señales de estado de posición son llevadas desde el computador de flujo CGC-FQIC-2301 al controlador de proceso CGC-PLC-301 del City Gate vía comunicaciones para su supervisión.

La válvula también cuenta con dos solenoides que permiten la apertura y cierre remotamente para uso exclusivo de TGP, estos comandos son cableados en duro desde el computador de flujo hasta la válvula.

El computador de flujo está conectado por comunicaciones directamente al SCADA de TGP.

Aguas debajo de la válvula de bloqueo se tiene un transmisor / indicador de presión y un transmisor / indicador de temperatura conectados al controlador de proceso CGC-PLC-301 en donde se visualiza la presión y la temperatura de entrada del gas proveniente de la troncal Camisea – Lima.

4.7.1.2. Protección

Pr situación de emergencia la válvula opera en cierre automático en el evento que:

- Haya una rápida perdida de presión sobre la línea
- Se alcance el valor establecido de baja presión en la línea

4.7.2. Sistema de bloqueo de la instalación

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Ala entrada del City Gate, se tiene una válvula de Autónoma de cierre de emergencia (Shut down) CGC-ESDV-2101, la cual aísla el City Gate del gasoducto Camisea – Lima en caso de que se presente una situación de emergencia en el City Gate o se programen labores de mantenimiento o reparaciones en el City Gate.

4.7.2.1 Supervisión

Sobre la línea de entrada al City Gate, se tiene un elemento de temperatura / transmisor / indicador (CGC-TE/TIT-2101) que envía una señal al controlador de proceso CGC-PLC-301, donde se visualiza la temperatura de entrada del gas al City Gate (CGC-TI-2101)

Igualmente se tiene un medidor de contenido de solidos presentes en el gas (CGC-AYT-2101) que envía una señal al controlador de proceso CGC-PLC-301 donde se visualiza el contenido de sólidos en el gas a la entrada del City Gate.

4.7.2.2. Protección

La válvula de cierre de emergencia CGC-ESDV-2101 cuenta con:

- Interruptores de posición de válvula abierta CGC-ZSO-2101/CGC-ZSO-2111
- Interruptores de posición de válvula cerrada CGC-ZSC-2101/CGC-ZSC-2111
- Válvula solenoide para Shut Down CGC-SV-2101
- Válvula solenoide apertura/cierre CGC-SV-2102

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 el controlador de proceso CGC-PLC-301, se dispone de las indicaciones de estado de la válvula CGC-ZIO-2111/CGC-ZICO-2111 y en el controlador CGC-PLC-302 de seguridad las indicaciones de estado de la válvula CGC-ZIO-2101/CGC-ZIC-2101.

Aguas debajo de esta válvula shut down se tienen dos transmisores indicadores de presión (CGC-PIT-2101 Y CGC-PIT-2104) uno respaldo del otro y conectados al controlador CGC-PLC-302 (ESD) de seguridad, donde se visualiza la presión en el cabezal de entrada al City Gate (CGC-PI-2101 Y CGC-PI-2104) y se generan las alarmas correspondientes de baja y alta presión y el comando de cierre automático de la válvula de emergencia (CGC-SV-2101) en caso de baja-baja presión, alta-alta presión o en caso en que exista una rápida caída de presión en la línea.

Se consideran dos transmisores de presión para asegurar que el cierre de la válvula no se deba a un falso reporte del medidor.

Adicionalmente se tiene otra válvula solenoide CGC-SV-2102 que permite la apertura y/o cierre de la válvula de emergencia por acción del operador, esto desde el controlador de operación CGC-PLC-301 del City Gate.

4.7.3. Sistema de Filtración

Con el propósito de retirar las arenas, sedimentos y polvos ferrosos que pueda contener el gas natural del gasoducto de Camisea – Lima se cuenta con un sistema de filtración conformado por una batería de filtros ciclónicos y una batería de filtros separadores.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

La batería de filtros ciclónicos (CGC-FC-201/202), está conformada por dos filtros ciclónicos los cuales operan uno como respaldo del otro, estos filtros serán los encargados de la retención de partículas presentes en el gas natural con diámetro mayor a 10 micras. El cambio del filtro se realizara en forma manual de acuerdo con el nivel de solidos retenidos en el filtro.

La batería de filtros separadores (CGC-FS-201/202), está conformada por dos filtros horizontales de elementos, los cuales operan uno como respaldo del otro. Teniendo en cuanta que el City Gate será desatendido a la entrada de cada filtro separador se contara con una válvula de pistón (CGC-XV-2201 a la entrada del filtro CGC-FS-201 y CGC-XV-2202 a la entrada del filtro CGC-FS-202) con las cuales se seleccionara el filtro separador que estará en operación

Las válvulas CGC-XV-2201 y CGC-XV-2202 cuentan con

- Interruptores de posición de válvula abierta CGC-ZSO-2201/CGC-ZSO-2201
- Interruptores de posición de válvula cerrada CGC-ZSC-2201/CGC-ZSC-2202

4.7.3.1. Filtro Ciclónico CGC-FC-201

En la instrumentación mínima requerida por el filtro ciclónico para su correcta supervisión se tiene:

4.7.3.1.1. Supervisión

Un indicador local de presión, CGC-PI-2201 para el monitoreo local de la presión del filtro y un interruptor de nivel CGC-LSH-2201 (para alto

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

nivel), conectado al controlador CGC-PLC-301, donde se genera una alarma de alto nivel (CGC-LAH-2201) para la desocupación del mismo y la puesta en funcionamiento del filtro ciclónico de respaldo.

4.7.3.1.2. Protección

El filtro ciclónico cuenta con una válvula de alivio térmico (CGC-TRV-2701), la cual alivia el gas, cuando se alcance la presión de ajuste (set point) de la válvula como consecuencia de una expansión térmica del gas. La capacidad de flujo de esta válvula la determina el proveedor del filtro.

4.7.3.2. Filtro Ciclónico CGC-FC-202

En la instrumentación mínima requerida por el filtro ciclónico para su correcta supervisión se tiene:

4.7.3.2.1. Supervisión

Un indicador local de presión, CGC-PI-2202 para el monitoreo local de la presión del filtro y un interruptor de nivel CGC-LSH-2202 (para alto nivel), conectado al controlador CGC-PLC-301, donde se genera una alarma de alto nivel (CGC-LAH-2202) para la desocupación del mismo y la puesta en funcionamiento del filtro ciclónico de respaldo.

4.7.3.2.2. Protección

El filtro ciclónico cuenta con una válvula de alivio térmico (CGC-TRV-2707), la cual alivia el gas, cuando se alcance la presión de ajuste (set

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

point) de la válvula como consecuencia de una expansión térmica del gas. La capacidad de flujo de esta válvula la determina el proveedor del filtro.

4.7.3.3. Filtro Separador CGC-FS-201

En la instrumentación mínima requerida por el filtro separador para su correcta operación se tiene:

4.7.3.3.1. Supervisión

Un medidor / transmisor / indicador de presión diferencial (CGC-PDIT-2201)que envía una señal al controlador de proceso CGC-PLC-301, donde se dispone de la indicación de la caída de presión a través del filtro (CGC-PDI-2201); cuando la caída de presión alcance un valor establecido, se genera una alarma por alta caída de presión (CGC-PDAH-2201), para el remplazo de los elementos del filtro y se enviara una señal a la solenoide CGC-SV-2201 para que cierre la válvula de entrada al filtro CGC-XV-2201.

Adicionalmente, el equipo cuenta con un medidor / transmisor / indicador de presión (CGC-PIT-2203) que envía una señal al controlador de proceso CGC-PLC-301, donde se dispone de la indicación de la presión de operación del filtro (CGC-PI-2202), en caso de que la presión en el interior del filtro alcance un valor de baja presión predeterminado, se generara una alarma de baja presión en el filtro (CGC-PAL-2202).

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 supervisión local de nivel de condensados en el filtro se cuenta con un visor de nivel por cada cámara del filtro (CGC-LG-2201/2202)

4.7.3.3.2. Control

El control de nivel de líquido recolectado en el filtro separador se realiza para cada una de las cámaras del filtro . Este es un control neumático a nivel local y para ello se cuenta con los controladores de nivel (CGC-LC-2202/2203). En el momento en que se alcanza un nivel alto, el controlador regula el gas hacia la válvula generando la apertura de la válvula correspondiente (CGC-LV-2202/2203). Para el caso contrario, en el momento en que se alcanza el valor predefinido de bajo nivel, el controlador corta el suministro de gas y se genera el cierre de la válvula correspondiente.

4.7.3.3.3. Protección

Con el propósito de evitar la pérdida del sello del líquido en el separador que impide el pase de gas al tambor de condensados, sobre las cámaras de recolección de líquidos del filtro, se tienen interruptores de bajo-bajo nivel (CGC-LSLL2201/2202) que envían la señal al controlador de procesos CGC-PLC-301, que en caso de activarse cualquiera de los dos, se genera una señal de alarma que comanda la solenoide (CGC-SV-2203) para el cierre de la válvula de emergencia del filtro (CGC-ESDV-2203).

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

El filtro separador cuanta con una válvula de alivio térmico (CGC-TRV-2702), La cual alivia el gas cuando se alcance la presión de ajuste (set point) de la válvula como consecuencia de una expansión térmica del gas. La capacidad de flujo de esta válvula la determinara el proveedor del filtro.

4.7.3.4. Filtro Separador CGC-FS-202

En la instrumentación mínima requerida por el filtro separador para su correcta operación se tiene:

4.7.3.4.1. Supervisión

Un medidor / transmisor / indicador de presión diferencial (CGC-PDIT-2202)que envía una señal al controlador de proceso CGC-PLC-301, donde se dispone de la indicación de la caída de presión a través del filtro (CGC-PDI-2202); cuando la caída de presión alcance un valor establecido, se genera una alarma por alta caída de presión (CGC-PDAH-2202), para el remplazo de los elementos del filtro y se enviara una señal a la solenoide CGC-SV-2202 para que cierre la válvula de entrada al filtro CGC-XV-2202.

Adicionalmente, el equipo cuenta con un medidor / transmisor / indicador de presión (CGC-PIT-2204) que envía una señal al controlador de proceso CGC-PLC-301, donde se dispone de la indicación de la presión de operación del filtro (CGC-PI-2204), en caso de que la presión en el interior

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

del filtro alcance un valor de baja presión predeterminado, se generara una alarma de baja presión en el filtro (CGC-PAL-2204).

Para supervisión local de nivel de condensados en el filtro se cuenta con un visor de nivel por cada cámara del filtro (CGC-LG-2203/2204)

4.7.3.4.2. Control

El control de nivel de líquido recolectado en el filtro separador se realiza para cada una de las cámaras del filtro. Este es un control neumático a nivel local y para ello se cuenta con los controladores de nivel (CGC-LC-2204/2205). En el momento en que se alcanza un nivel alto, el controlador regula el gas hacia la válvula generando la apertura de la válvula correspondiente (CGC-LV-2204/2205). Para el caso contrario, en el momento en que se alcanza el valor predefinido de bajo nivel, el controlador corta el suministro de gas y se genera el cierre de la válvula correspondiente.

4.7.3.4.3. Protección

Con el propósito de evitar la pérdida del sello del líquido en el separador que impide el pase de gas al tambor de condensados, sobre las cámaras de recolección de líquidos del filtro, se tienen interruptores de bajo-bajo nivel (CGC-LSLL2203/2204) que envían la señal al controlador de procesos CGC-PLC-301, que en caso de activarse cualquiera de los dos, se genera

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 señal de alarma que comanda la solenoide (CGC-SV-2204) para el cierre de la válvula de emergencia del filtro (CGC-ESDV-2204).

El filtro separador cuanta con una válvula de alivio térmico (CGC-TRV-2703), La cual alivia el gas cuando se alcance la presión de ajuste (set point) de la válvula como consecuencia de una expansión térmica del gas. La capacidad de flujo de esta válvula la determinara el proveedor del filtro.

4.7.3.5. Supervisión del sistema de filtración

Aguas debajo de los filtros separadores se tiene un transmisor / indicador de presión 8CGC-PIT-2205) conectado al controlador de proceso CGC-PLC-301, donde se visualiza la presión del gas a la salida del sistema de filtración (CGC-PI-2205) y un medidor de contenido de solidos presentes en el gas (CGC-AYT-2201) que envía una señal al controlador de proceso CGC-PLC-301 donde se visualiza el contenido de sólidos en el gas a la salida del sistema de filtración.

4.7.4. Sistema de Condensados

Los condensados retenidos en los filtros separadores (CGC-FS-201/202) se conducirán al tambor de condensados (CGC-DR-501)

4.7.4.1. Supervisión

En el tambor de condensados (CGC-DR-501), se instala un medidor / transmisor de nivel CGC-LIT-5701, conectado al controlador de procesos CGC-PLC-301, cuya señal de indicación (CGC-LI-5701) suministra la información del nivel del

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

tambor, en caso de que el nivel total del tanque alcance el porcentaje establecido para la programación de la desocupación del mismo, se genera la alarma por alto nivel.

4.7.4.2. Protección

Debido a la posible presencia de hidrocarburos livianos condensables en el gas natural, este tambor de recolección de condensados dispone de una válvula de presión y vacío CGC-PVV-5701

4.7.5. Sistema de Medición

La unidad de medición (CGC-UM-201) será la encargada de la medición del gas natural distribuido en la provincia de Chincha, la medición se realizara a través de medidores de flujo tipo ultrasónico para altos caudales y turbina para caudales bajos, ubicados en cuatro brazos de medición (dos diseñados para altos caudales, uno como respaldo, y dos diseñados para bajos caudales, uno como respaldo); cada brazo cuenta con un transmisor / indicador de presión (manómetro) y un elemento de temperatura / transmisor. La unidad de medición contara con un computador de flujo (CGC-FQIC-2301), el cual recibirá las señales de los transmisores de flujo, realizara la compensación por presión y temperatura y recibirá vía comunicaciones las señales de los tres analizadores cromatografía, H2S y Dew point (CGC-AYT-2301/2302/2303) ubicados aguas debajo de la unidad de medición.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Adicionalmente cada brazo de medición contara con una válvula de corte, que cuenta a su vez con interruptores de posición (ZSC/ZSO) conectados al controlador de procesos CGC-PLC-301.

Las señales del computador de flujo (CGC-FQIC-2301) que son indicadas en el sistema de control del City Gate CGC-PLC-301 serán llevadas a través de comunicaciones entre estos dos equipos.

En el siguiente cuadro se indican los tags correspondientes a cada brazo:

Tabla 25: Instrumentación Unidad de medición

INSTRUMENTO	BRAZO 1	BRAZO 2	BRAZO 3	BRAZO 4
válvula de corte	CGC-XV-2301	CGC-XV-2302	CGC-XV-2303	CGC-XV-2304
medidor de flujo	CGC-FY-2301	CGC-FY-2302	CGC-FY-2303	CGC-FY-2304
transmisor / indicador de presión	CGC-PIT-2301	CGC-PIT-2302	CGC-PIT-2303	CGC-PIT-2304
indicador de presión (manómetro)	CGC-PI-2301	CGC-PI-2302	CGC-PI-2303	CGC-PI-2304
elemento de temperatura / transmisor	CGC-TE/TT-2301	CGC-TE/TT-2302	CGC-TE/TT-2303	CGC-TE/TT-2304

La unidad de medición (CGC-UM-201) contara con las facilidades tipo “Z” para la calibración relativa entre los brazos de medición para altos caudales y para bajos caudales

Aguas abajo de la unidad de medición se tienen los siguientes analizadores:

- Un cromatografía (CGC-AYT-2301)
- Un analizador de H2S (CGC-AYT-2302)

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- Un analizador de humedad (CGC-AYT-2303)
- Los cuales estarán conectados al computador de flujo CGC-FGIC-2301.

4.7.6. Sistema de Calentamiento

Aguas debajo de la batería de filtros separadores se dispondrá de un sistema de calentamiento indirecto con baño de agua, el cual incrementara la temperatura del gas natural con el propósito de evitar la formación de hidratos en la red de distribución debido al efecto Joule – Thompsom, en el cual la temperatura disminuye al expandir el gas en el sistema de regulación. El sistema está integrado por dos calentadores indirectos (CGC-CL-201/202), los cuales operaran uno como respaldo del otro.

Cada calentador está diseñado para el 100% del Dutty requerido en el consumo pico.

El calentador indirecto consiste básicamente en un recipiente atmosférico con agua, un tubo de fuego interno alimentado con gas natural y un serpentín por el cual circula el gas natural a calentar inmerso en el baño de agua, calentado por contacto directo con el tubo de fuego.

Cada calentador de agua y su sistema de gas combustible (CGC-CL-201/202) como unidad paquete cuenta con un controlador independiente en el que se encuentra la estrategia de control del mismo para su correcto funcionamiento.

Teniendo en cuenta que el City Gate será desatendido, a la entrada de cada calentador se contara con una válvula de pistón, CGC-XV-2401 a la entrada del calentador CGC-

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CL 201 y CGC-XV-2402 a la entrada del calentador CGC-CL-202, con las cuales se selecciona el calentador que está en operación.

Para el caso en el que no se requiera realizar el calentamiento del gas natural se dispone de un by – pass del sistema de calentamiento provisto de una válvula de pistón (CGC-XV-2403).

Las válvulas CGC-XV-2402/2402/2403 cuentan localmente con:

- Indicador de válvula abierta CGC-ZSO-2401/2402/2403
- Indicador de válvula cerrada CGC-ZSC-2401/2402/2403

El sistema de control del City Gate deberá recibir las señales de supervisión de los controladores de los calentadores las cuales deberán ser tenidas en cuenta para la configuración del sistema y como mínimo se debe contar con la siguiente información.

4.7.6.1. Calentador CGC-CL-201

El calentador de agua y su sistema de gas combustible (CGC-CL-201) como unidad paquete cuenta con un controlador independiente CGC-PLC-341, en el que se encuentra la estrategia de control del mismo para su correcto funcionamiento. Entre la instrumentación mínima requerida para la correcta operación del calentador se tiene: transmisor de nivel y elemento / transmisor de temperatura además de los elementos propios del control de encendido y combustión del calentador.

4.7.6.1.1. Supervisión

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

El calentador de agua dispondrá de transmisor de nivel (CGC-LT-5401) para supervisión del nivel de agua.

4.7.6.1.2. Control

El sistema de gas combustible del calentador, regula la cantidad de gas a quemar en el tubo de fuego para el calentamiento del baño de agua; la regulación del flujo de gas combustible se realiza con base en:

- La temperatura del baño de agua del calentador, medida a través del medidor / transmisor (CGC-TT/TE-5401)
- La temperatura del gas natural efluente de los calentadores, medida aguas abajo del cuadro de regulación (CGC-TE/TIT-5403)

4.7.6.1.3. Protección

El calentador cuenta con una válvula de alivio térmico (CGC-TRV-2704), la cual alivia el gas cuando se alcanza la presión de ajuste (set point) de la válvula como consecuencia de una expansión térmica del gas. La capacidad de flujo de esta válvula la determinara el proveedor del calentador.

4.7.6.2. Calentador CGC-CL-202

El calentador de agua y su sistema de gas combustible (CGC-CL-202) como unidad paquete cuenta con un controlador independiente CGC-PLC-342, en el que se encuentra la estrategia de control del mismo para su correcto

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

funcionamiento. Entre la instrumentación mínima requerida para la correcta operación del calentador se tiene: transmisor de nivel y elemento / transmisor de temperatura además de los elementos propios del control de encendido y combustión del calentador.

4.7.6.2.1. Supervisión

El calentador de agua dispondrá de transmisor de nivel (CGC-LT-5402) para supervisión del nivel de agua.

4.7.6.2.2. Control

El sistema de gas combustible del calentador, regula la cantidad de gas a quemar en el tubo de fuego para el calentamiento del baño de agua; la regulación del flujo de gas combustible se realiza con base en:

- La temperatura del baño de agua del calentador, medida a través del medidor / transmisor (CGC-TT/TE-5402)
- La temperatura del gas natural efluente de los calentadores, medida aguas abajo del cuadro de regulación (CGC-TE/TIT-5404)

4.7.6.2.3. Protección

El calentador cuenta con una válvula de alivio térmico (CGC-TRV-2705), la cual alivia el gas cuando se alcanza la presión de ajuste (set point) de la válvula como consecuencia de una expansión térmica del gas. La

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

capacidad de flujo de esta válvula la determinara el proveedor del calentador.

4.7.7. Sistema de regulación a red de acero

El sistema de regulación de la red de acero está conformado por dos brazos paralelos de regulación, que operan uno como respaldo del otro para poder realizar las labores de mantenimiento y así garantizar la operación continua del sistema durante las 24 horas diarias.

En el brazo principal se tiene la válvula CGC-PV-2501 y en el brazo de respaldo se tiene la válvula CGC-PV-2502. Debido al amplio rango operativo en el brazo principal, se tiene una segunda válvula reguladora CGC-PV-2503 y como respaldo en el segundo brazo se tiene al válvula reguladora CGC-PV-2504, estas últimas válvulas están diseñadas para bajo flujo.

4.7.7.1. Control

Aguas abajo del cuadro de regulación, se tiene un transmisor / indicador de presión (CGC-PIT-5501) conectado al control PID (CGC-PIC-5501), el cual envía la señal de control a las válvulas reguladoras de presión (CGC-PV-2501) o (CGC-PV-2502), (CGC-PV-2503) o (CGC-PV-2504), las cuales garantizan que la presión aguas abajo del sistema este entre 19 y 19,2 barg teniendo en cuenta el requerimiento de presión de la red de acero de Chincha.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Las válvulas (CGC-PV-2502 y CGC-PV-2504) operaran normalmente para la regulación de presión, en el caso en que se presente falla de las válvulas principales (CGC-PV-2501 y CGC-PV-2503) por alguno de los siguientes eventos:

- Reporte de falla por autodiagnóstico HART de la válvula
- Reporte de falla por señal de corriente fuera de rango
- Reporte de falla por saturación de lazo de control

El controlador de proceso CGC-PLC-301 del City Gate envía la señal de control a la válvula de respaldo (CGC-PV-2502 o CGC-PV-2504), para la regulación de presión sobre la línea y se genera una alarma en el sistema de control para que el operador realice el procedimiento de verificación de la falla y manualmente restablezca la operación normal del lazo, condición en la cual vuelve a operar la válvula principal.

El controlador del City Gate genera la alarma si el transmisor / indicador de presión (CGC-PIT-5501), alcanza un valor de presión alto (CGC-PAH-5501, bajo (CGC-PAL-5501) o bajo-bajo (CGC-PALL-5501).

Cuando se genere alarma por baja presión en el transmisor / indicador de presión (CGC-PIT-5501), se debe verificar si la baja presión se debe a un suministro de gas a baja presión desde el gasoducto Camisea – Lima. Para la verificación se tendrá una medición de la presión a la entrada del cuadro de regulación a través del medidor / transmisor CGC-PIT-2501.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

4.7.7.2. Protección

Cada brazo de regulación de presión, principal y respaldo, cuenta con una válvula de cierre de emergencia (shut down) (CGC-ESDV-2501/2502), para el cierre de emergencia en caso que la válvula PV correspondiente no regule y la presión aguas abajo alcance un valor alto-alto de presión medido por el indicador / transmisor CGC-PIT-5502, impidiendo el daño a la línea y a los equipos por sobrepresión.

El valor de presión para el cierre de cada una de las válvulas (CGC-ESDV-2501/2502) debe establecerse de manera que no haya incertidumbre en el cierre por emergencia entre los dos brazos.

Las válvulas (CGC-ESDV-2501/2502), ubicadas sobre el brazo principal y respaldo de regulación respectivamente, cuentan con:

- Indicador de válvula abierta (CGC-ZSO-2501/2502)
- Indicador de válvula cerrada (CGC-ZSC-2501/2502)
- Válvula solenoide (CGC-SV-2501/2502)

Las señales y lógica de estas válvulas de cierre de emergencia se enviaran y configuraran en el controlador CGC-PLC-302 (ESD) de seguridad.

4.7.8. Sistema de Odorizacion

Aguas abajo del sistema de regulación para la red de acero, se instalara un sistema de odorizacion (CGC-SO-501) con capacidad para odorizar entre 1.98 y 43.7 MMSCFD,

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 el objetivo de darle un olor característico al gas para que sea detectado fácilmente en caso de fugas.

La sustancia a utilizar para la odorizacion del gas natural debe tener como mínimo las siguientes características:

- El olor debe ser característico, algo desagradable e intenso y no confundirse con otros olores que se presenten frecuentemente en el ambiente.
- La mezcla de gas natural y odorante, no debe ser nociva para las personas / animales, ni debe afectar los materiales con los que entre en contacto. Igualmente sus productos de combustión no deben ser tóxicos.
- El odorante debe ser volátil y suficientemente estable tanto en fase gaseosa como durante su almacenamiento. No debe formar depósitos en los quemadores ni en los dispositivos de seguridad.

El sistema de odorizacion operara de forma automática proporcional al flujo de gas instantáneo que circula a través de la línea de gas. para esto la unidad de medición de flujo CGP-UM-201 enviara la señal de la medición de flujo compensando al sistema de odorizacion CGC-SO-501.

El sistema de odorizacion cuenta con su propio controlador CGC-PLC-361 y a través de comunicaciones no solo se obtendrá la indicación de flujo, también se realizara intercambio de información que permita monitorear y diagnosticar la operación del sistema odorizador desde el sistema de control del controlador del City Gate CGC-PLC-301.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

4.7.9. Sistema de bloqueo red de acero

A la salida del City Gate sobre la línea que conecta la red de acero, se tiene la válvula autónoma de cierre de emergencia (shut down) CGC-ESDV-5101, la cual aísla el City Gate de la red de acero en caso de que se presente una situación de emergencia en la red o en el City Gate, exista una variación brusca de presión en la red de acero o se programen labores de mantenimiento o reparaciones que impliquen sacar de servicio la red de acero.

4.7.9.1. Supervisión

Sobre el cabezal de salida de la red de acero, se tiene un elemento de temperatura / transmisor / indicador (CGC-TE/TIT-5101) que envía una señal al controlador de proceso CGC-PLC-301, donde se visualiza la temperatura de salida del gas a la red de acero de Chincha (CGC-TI-5101).

4.7.9.2. Protección

La válvula de cierre de emergencia CGC-ESDV-5101cuenta con:

- Indicador de posición de válvula abierta CGC-ZSO-5101/5111
- Indicador de posición de válvula cerrada CGC-ZSC-5101/5111
- Válvula solenoide para shut down CGC-SV-5103
- Válvula solenoide apertura / cierre CGC-SV-5101

En el controlador de procesos CGC-PLC-301 del City Gate, se dispone de las indicaciones de estado de la válvula CGC-ZIO-5111/CGC-ZIC-5111 y en el

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

controlador CGC-PLC-302 (ESD) de seguridad las indicaciones de estado de la válvula CGC-ZIO-5101/CGC-ZIC-5101

Aguas debajo de esta válvula shut down se tienen dos transmisores / indicadores de presión (CGC-PIT-5101 y CGC-PIT-5103) uno como respaldo del otro y conectados al controlador CGC-PLC-302 (ESD) de seguridad donde se visualiza la presión en el cabezal de salida del City Gate (CGC-PI-5101 y CGC-PI-5103) y se generan las alarmas correspondientes de baja y alta presión y el comando de cierre automático de la válvula de emergencia (CGC-SV-5103) en caso de baja-baja presión, alta-alta presión o en caso de que exista una rápida caída de presión en la línea. Se consideran dos transmisores de presión para asegurar que el cierre de la válvula no se deba a un falso reporte de medidor.

Adicionalmente se tiene otra válvula solenoide CGC-SV-5101 que permite la apertura y/o cierre de la válvula de emergencia por acción del operador, esto desde el controlador de operación CGC-PLC-301 del City Gate.

4.7.10. Sistema de bloqueo red de polietileno

A la salida del City Gate sobre la línea que conecta a los equipos la red de polietileno, se tiene la válvula autónoma de cierre de emergencia (shut down) CGC-ESDV-5102, la cual aísla el City Gate de la red de polietileno en caso de que se presente una situación de emergencia en la red o en el City Gate, exista una variación brusca de presión en la red de polietileno o se programen labores de mantenimiento o reparaciones que impliquen sacar de servicio la red de polietileno.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

4.7.10.1. Protección

La válvula de cierre de emergencia CGC-ESDV-5102cuenta con:

- Indicador de posición de válvula abierta CGC-ZSO-5102/5112
- Indicador de posición de válvula cerrada CGC-ZSC-5102/5112
- Válvula solenoide para shut down CGC-SV-5104
- Válvula solenoide apertura / cierre CGC-SV-5102

En el controlador de procesos CGC-PLC-301 del City Gate, se dispone de las indicaciones de estado de la válvula CGC-ZIO-5112/CGC-ZIC-5112 y en el controlador CGC-PLC-302 (ESD) de seguridad las indicaciones de estado de la válvula CGC-ZIO-5102/CGC-ZIC-5102

Aguas debajo de esta válvula shut down se tienen dos transmisores / indicadores de presión (CGC-PIT-5102 y CGC-PIT-5104) uno como respaldo del otro y conectados al controlador CGC-PLC-302 (ESD) de seguridad donde se visualiza la presión en el cabezal de salida del City Gate (CGC-PI-5102 y CGC-PI-5104) y se generan las alarmas correspondientes de baja y alta presión y el comando de cierre automático de la válvula de emergencia (CGC-SV-5104) en caso de baja-baja presión, alta-alta presión o en caso de que exista una rápida caída de presión en la línea. Se consideran dos transmisores de presión para asegurar que el cierre de la válvula no se deba a un falso reporte de medidor.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Adicionalmente se tiene otra válvula solenoide CGC-SV-5102 que permite la apertura y/o cierre de la válvula de emergencia por acción del operador, esto desde el controlador de operación CGC-PLC-301 del City Gate.

4.7.11. Sistema de medición a red de polietileno

4.7.11.1. Supervisión

La unidad de medición (CGC-UM-501) será la encargada de la medición del gas natural distribuido en la provincia de Chincha a través de la red de polietileno que sale del City Gate, para el control de inventarios, la medición se realizara a través de un brazo de medición, el cual funcionalmente contara con un medidor de flujo tipo turbina (CGC-FIT-5301), Un transmisor / indicador de presión (CGC-PIT-5301), un indicador de presión (CGC-PI-5301), un elemento de temperatura / transmisor (CGC-TE/TT-5301) y un computador de flujo (CGC-FQIC-5301), el cual recibirá las señales del transmisor de flujo, realizara la compensación por presión y temperatura con los correspondientes transmisores de presión y temperatura.

Las señales del computador de flujo (CGC-FQIC-5301) que son indicadas en el sistema de control del City Gate CGC-PLC-301 serán llevadas a través de comunicaciones entre estos dos equipos.

4.7.12. Sistema De Calentamiento Red De Polietileno

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Sobre el ramal a la red de polietileno de Chincha, se dispondrá un sistema de calentamiento intercambiador de calor y cadera (CGC-CL-501), el cual incrementa la temperatura del gas natural con el propósito de evitar la formación de hidratos en la red de distribución debido al efecto Joule – Tohmpsom, en el cual la temperatura disminuye al expandir el gas en el sistema de regulación. El sistema está integrado por un intercambiador de calor diseñado para el 100% del Dutty requerido en el consumo pico.

Entre la instrumentación mínima requerida para la correcta operación del calentador CGC-CL-501 se tiene:

4.7.12.1 Control

El sistema de control del calentador, consta de un medidor de temperatura (CGC-TE/TIT-5405) ubicado aguas abajo del sistema de regulación para la red de polietileno, el cual se conecta al controlador del sistema de calentamiento, que regula la temperatura del agua de la caldera.

El sistema de control del City Gate CGC-PLC-301 deberá recibir las señales de supervisión del calentador de gas, las cuales deberán ser tenidas en cuenta para la configuración del sistema.

4.7.13. Sistema de regulación a red de polietileno

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

El sistema de regulación a la red de polietileno de Chincha, está conformado por dos brazos paralelos de regulación, que operan uno como respaldo del otro para poder realizar las labores de mantenimiento y así garantizar la operación continua del sistema durante las 24 horas del día.

4.7.13.1. Supervisión

Aguas abajo del sistema de regulación se cuenta con un transmisor / indicador de presión (CGC-PIT-5105), conectado al controlador de operación CGC-PLC-301, con el propósito de reportar la presión a la entrada de la red de polietileno.

4.7.13.2. Control

Cada brazo de regulación, está conformado por dos válvulas auto reguladoras configuradas como monitor – trabajador las cuales garantizan que la presión aguas abajo del sistema este entre 4 y 4.2 barg, teniendo en cuenta el requerimiento de presión de la red de polietileno de chincha.

Sobre el brazo principal se tiene la válvula CGC-PCV-5501 (monitor) la cual supervisa la presión de entrega da por la válvula CGC-PCV5502 (trabajador), en caso en que la válvula trabajadora falle, la regulación se realizara a través de la válvula monitora . con el propósito de verificar la presión de entrega del brazo se dispone de un indicador de presión CGC-PI-5503.

En caso en que la regulación a través del brazo N°1 falle, se dispone de un segundo brazo de respaldo integrado por la válvula CGC-PCV-5503 (monitor)

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

la cual supervisa la presión de entrega da por la válvula CGC-PCV5504 (trabajador), en caso en que la válvula trabajadora falle, la regulación se realizara a través de la válvula monitora . con el propósito de verificar la presión de entrega del brazo se dispone de un indicador de presión CGC-PI-5504.

4.7.13.3. Protección

Cada brazo de regulación de presión, principal y respaldo, cuenta con una válvula tipo slam shut (CGC-ESDV-5501/5502), para el cierre de emergencia en caso de que la válvula maestro correspondiente no regule y la presión aguas abajo alcance un valor alto de presión establecido, condición en la que se cierra el brazo, impidiendo el daño a la línea por sobrepresión.

El valor de presión para el cierre de cada una de las válvulas slam shut debe establecerse de manera que no haya incertidumbre en el cierre por emergencia entre los dos brazos.

Las válvulas slam shut (CGC-ESDV-5501/5502), ubicadas sobre el brazo principal y respaldo de regulación respectivamente, cuentan con:

- Indicación de válvula abierta (CGC-ZSO-5501/5502)
- Indicación de válvula cerrada (CGC-ZSC-5501/5502/

En el controlador de proceso CGC-PLC-301, se dispone de las indicaciones de estado de la válvula slam shut mencionada anteriormente CGC-ZIO-

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

5501/CGC-ZIC-5501 y CGC-ZIO-5502/CGC-ZIC-5502 para monitoreo del estado de las mismas.

4.7.14. Sistema de Despresurización

4.7.14.1. Supervisión

Teniendo en cuenta la capacidad del City Gate, se contara con dos puntos de venteo manual, uno a la entrada del City Gate, aguas arriba de los filtros separadores y otro a la salida, antes del sistema de odorizacion, con orificio de restricción de flujo hacia el venteo (CGC-RO-2701) y (CGC-RO-5701) respectivamente.

Adicionalmente se cuenta con un tercer punto de venteo para el tramo de tubería comprendido entre la válvula de bloqueo de TGP y la válvula de bloqueo del City Gate, con orificio de restricción (CGC-RO-2702).

4.8. FLEXIBILIDAD OPERATIVA

La flexibilidad operativa para el proceso estará definida en términos de la capacidad del sistema para adaptarse a restricciones en el proceso operativo normal, tales como arranque temprano, paradas de emergencia, derivación para suministro de gas a sistema de gas natural comprimido, mantenimiento y cierre del sistema. En la Tabla 26 se muestra la flexibilidad operativa considerada durante el diseño.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

4.8.1. Inicio de operaciones del City Gate

Una vez realizada la revisión de toda la ingeniería que este City Gate supone, y conociendo el sondeo en el mercado para las compras de los principales equipos se estima que de implementarse dicho proyecto llevaría dos años en su construcción para operación.

Sin embargo, debido a la flexibilidad operativa que se plantea el diseño, este está en facultad de contemplar un arranque temprano, esto con el propósito de atender y beneficiar inicialmente a un pequeño número de usuarios domiciliarios y eventualmente también un número de usuarios del sector industrial. Este escenario de arranque temprano contribuiría además a reducir el tiempo de la escalabilidad de consumo proyectada anteriormente.

4.8.2. Arranque temprano

Para el arranque temprano se requiere del completamiento de la construcción del City Gate en sus aspectos de sistemas de control de procesos, y Fire and Gas, mínimos para garantizar la seguridad operativa, y en una terminación mecánica que haga posible la entrega de gas en forma segura a los primeros usuarios.

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 25: Flexibilidad Operativa

EQUIPOS	STAND BY (SI O NO)	BY PASS (SI O NO)	OBSERVACIONES
Filtro ciclónico	SI	SI	Podría ser sustituido por un by pass
Filtro separador	SI	SI	Es imprescindible para el arranque temprano
Brazos de medición transferencia de custodia	SI	SI	Bloqueado mediante figura en 8, en cuyo caso solo se requiere el sistema de bajo caudal
Calentador indirecto de baño de agua	SI	SI	Puede ser sustituido provisionalmente por un intercambiador de calor
Válvulas de regulación red de acero	SI	SI	Facilidad para regulación manual en caso de emergencia
Brazo de medición control de inventarios	SI	SI	Facilidad para medición en serie para verificación de calibración de medidores
Calentador intercambiador de calor y caldera	SI	SI	-
Válvulas de regulación red de polietileno	SI	SI	El arreglo será monitor trabajador

4.8.2.1 Sistema de control de proceso y Fire and Gas

Para el arranque temprano es imprescindible que este implementado el sistema de control de proceso y el sistema de Fire and gas, en sus condiciones mínimas. Esto está relacionado con los siguientes equipos:

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- Los filtros separadores
- Las válvulas ESDV de entrada y salida de la estación en sus dos corrientes de polietileno y de acero
- Las válvulas que cumplan con la función de Slam shut aguas arriba de los sistemas de regulación, tanto el de alta como en el de media presión.
- Equipo de calentamiento o intercambiadores de calor para manejar una corriente mínima de 2.5 MMSCFD.
- Los equipos de regulación en por lo menos uno de sus brazos, de cada nivel de presión.
- El sistema de medición de transferencia de custodia con el equipo de medición de corrientes menores.
- El sistema de odorizacion completo.
- Los detectores de humo, fuego y gas.
- El sistema de Piping.

Los equipos arriba indicados son los mínimos requeridos para lograr el completamiento mecánico del City Gate que le permita un arranque temprano para atender a los usuarios iniciales domiciliarios e industriales.

4.8.2.2. Posibles escenarios de falta de equipos

Se plantea la opción de “arranque temprano”, sobre la base de considerar que mecánicamente pueda entregarse gas a usuarios iniciales domiciliarios e industriales, contando con las medidas mínimas de seguridad operativa, pero sin

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

completar totalmente la construcción del City Gate, en razón a la no disponibilidad de algunos equipos, que por su especialización y condiciones del mercado tengan que ser fabricados bajo pedido.

Identificados estos equipos se plantean alternativas de sustitución transitoria de tal manera que permita cumplir con las condiciones mínimas establecidas para el arranque temprano.

Estos equipos se relacionan a continuación en orden de los tiempos de entrega más largos, y que por consiguiente la posibilidad de implementación de alternativa de sustitución es más alta.

- Equipos de calentamiento de corriente de gas de alta presión. Estos equipos tiene tiempos de entrega típicos de 33 semanas Exwork, lo que significa alrededor de 40 semanas para su instalación completa. Esto quiere decir nueve meses.

  Para resolver la ausencia de este equipo en la fase de arranque temprano, se prevé sustituir por un intercambiador de calor que permita mediante la disponibilidad de una corriente caliente, suministrarle calor a la corriente de gas de alta presión.

  Complementariamente con el intercambiador de calor se requiere una fuente de corriente caliente que sea la que entrega el calor requerido por el gas. Para esta solución se plantea un calderin de uso industrial construido para trabajo continuo.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- Odorizador. Este equipo también es indispensable para el inicio de la operación del City Gate. Las entregas típicas de estos equipos también son de 24 semanas y más el Exwork el equipo instalado tardaría 30 semanas. Dado que en arranque temprano la corriente a odorizar en muy pequeña podría sustituirse la ausencia inicial de este equipo mediante la utilización de un equipo pequeño de dosificación utilizado en la industria química, que podrían conseguirse en alrededor de 10 semanas incluido el Exwork.
- Filtros ciclónicos. Estos equipos están diseñados para retirarle el material particulado de gran tamaño al gas, antes de pasarlo por los filtros separadores, con el fin de lograr un filtrado adecuado que permita proteger los equipos aguas debajo de estos.

  En caso de ausencia de estos equipos por demora en las entregas podría sustituirse conectando transitoriamente los filtros separadores en serie, es decir uno filtro primario y otro como filtro secundario. De estas maneras se supliría la ausencia del filtro ciclónico mientras se concreta su disponibilidad en obra. De esta forma se lograría obtener la calidad de filtrado del gas requerido aun sin la disponibilidad del filtro ciclónico.

  En este escenario el filtro que trabaje como elemento primario requerirá de elementos filtrantes que permitan pasar partículas hasta de 10 a 15 micras, con el propósito de darle mayor durabilidad y eficacia a los elementos filtrantes.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- Medición. Para el caso de la medición, también será posible iniciar operaciones en el City Gate sin la disponibilidad de los medidores ultrasónicos que estos previstos para utilizarse para flujos superiores a los 5 MMSCFD. Las corrientes menores podrán ser medidas mediante medidores tipo turbina o en su defecto medidores tipo coriolis. Estos medidores tienen tiempos de entrega más rápidos, lo que permitirá hacer las primeras mediciones sin el requisito de contar con los medidores ultrasónicos.
- Sistema de Regulación. Las válvulas de regulación de gas son siempre de materiales especiales y de una fabricación especial con tiempos de entrega que superan las 30 semanas. El arranque temprano se podría realizar con la disponibilidad de las válvulas reguladoras para corrientes pequeñas, que por su tamaño podrían conseguirse con menos tiempo de entrega.

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 26: Posibles Escenarios De Falta De Equipos

N° 1	EQUIPO	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN		OBSERVACIONES
			A	B	
1	FILTRACIÓN	Ausencia de filtros ciclónicos	Conectar los filtros separadores en serie como primario y secundario		Se deberá realizar una ingeniería básica para gestionar los elementos filtrantes adicionales
2	CALENTADORES	Ausencia de equipos de calentamiento	instalar intercambiador de calor provisional en corriente de alta presión, dotar al sistema de un calderin industrial pequeño para la corriente de media presión		se requerirá 2 intercambiadores de calor, uno para operación y otro para mantenimiento
3	ODORIZADOR	Ausencia de odorizador	sustituir por equipo de dosificación químico provisional		
4	MEDICIÓN	Ausencia de ultrasónicos	solo se medirán corriente pequeñas con medidores de turbina	solo se medirán corriente pequeñas con medidores tipo coriolis	es importante disponer de los medidores de bajas corrientes
5	REGULACIÓN	Ausencia de válvulas mayores de regulación	solo se requiere válvulas medianas y pequeñas		prever facilidades para completar en operación

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CAPÍTULO V

DISEÑO Y EQUIPAMIENTO MECÁNICO

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

El presente capitulo comprende el cálculo termo hidráulico correspondiente al City Gate, lo que comprende la determinación del diámetro de las tuberías considerando los parámetros de velocidad recomendados para estas instalaciones. Además se darán las especificaciones para los soportes de las tuberías seleccionadas.

El capítulo incluye la determinación de la capacidad de los calentadores a emplearse en el proceso. Al finalizar se hará una especificación de los calentadores y los demás equipos mecánicos involucrados en el presente trabajo.

5.1. CRITERIOS DE DISEÑO

Los criterios de diseño adoptados serán el concepto de velocidad del fluido, para conocer los diámetros de las tuberías, y el concepto de resistencia (máxima presión) para determinar las calidades (materiales) y los espesores de las tuberías. En este tipo de instalaciones donde las longitudes de las tuberías no son muy largas, se hace inadecuado el diseño por caída de presión por ser esta despreciable.

Por esta razón es fundamental realizar los análisis correspondientes desde el punto conceptual, con el fin de aplicar adecuadamente este criterio que de otra forma nos puede llevar a diseñar sistemas de tuberías con riesgos en su integridad o en caso contrario sobredimensionadas innecesariamente.

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. CARACTERÍSTICAS DEL FLUIDO

5.2.1. Curva evolvente del fluido

El gas natural al ser una mezcla de gases no está fuera de la teoría de mezclas. Sin embargo es más complicado estimar sus propiedades debido a su composición variable en los diferentes yacimientos. Calcular las propiedades del gas natural entonces se torna en una tarea compleja si no se cuenta con un computador capaz de programar las ecuaciones respectivas y luego iterarlas n veces para obtener dichas propiedades.

Empleando el Software Aspem Hysys es posible determinar las propiedades más importantes de una determinada composición de gas natural reduciendo así significativamente el trabajo.

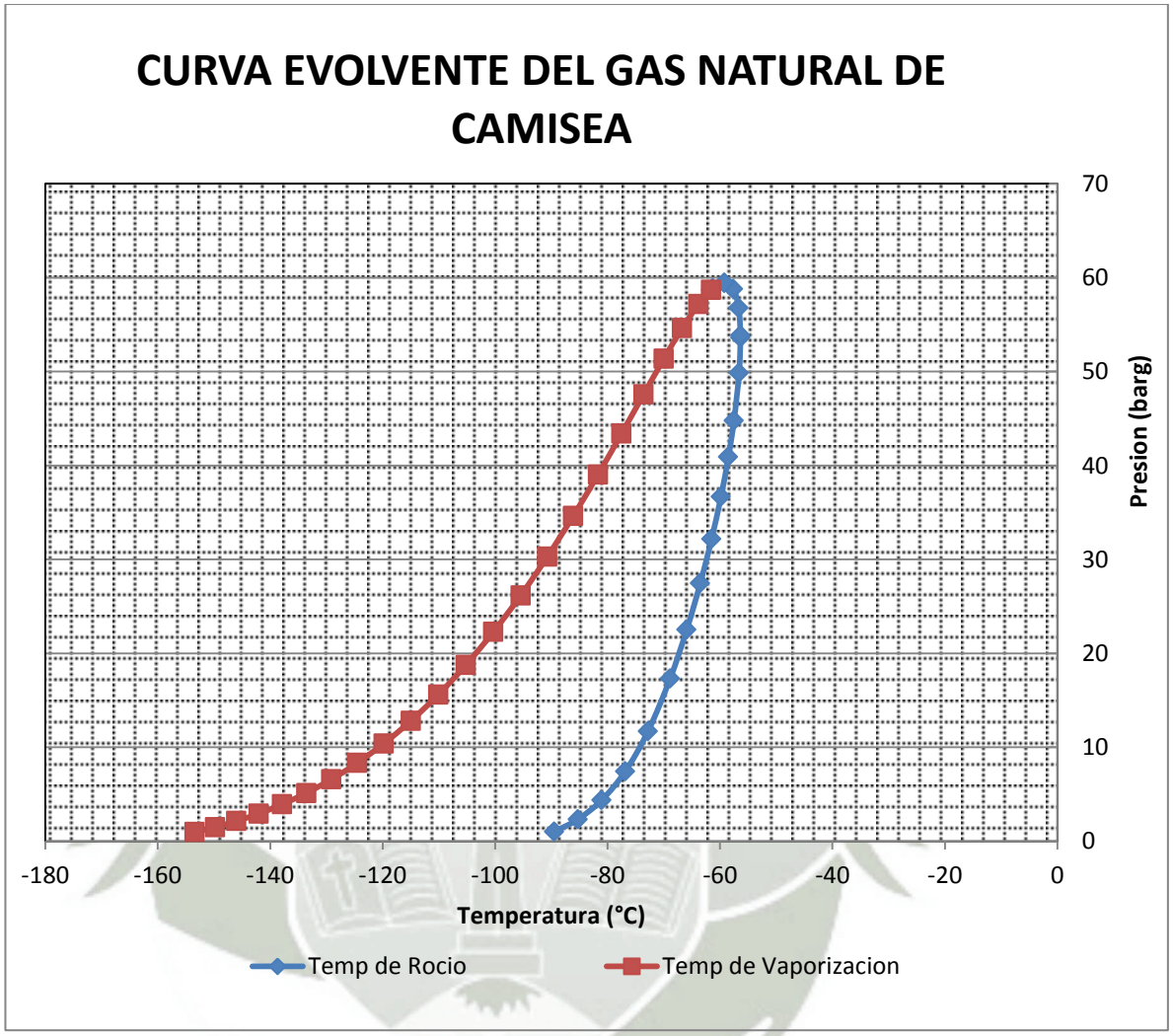
Se ingresaron los datos de composición del gas natural de Camisea al programa Aspem Hysys y se obtuvo una hoja de datos de las propiedades de dicha composición. Siendo las más importantes la curva evolvente del gas (diagrama PT), cuyos valores se presentan en el siguiente gráfico.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Grafico 23: Curva Evolvente del Gas Natural de Camisea



Además se halló el factor de compresibilidad Z de la composición promedio, valor que será empleado luego en los cálculos.

$$Z = 0.8864$$

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

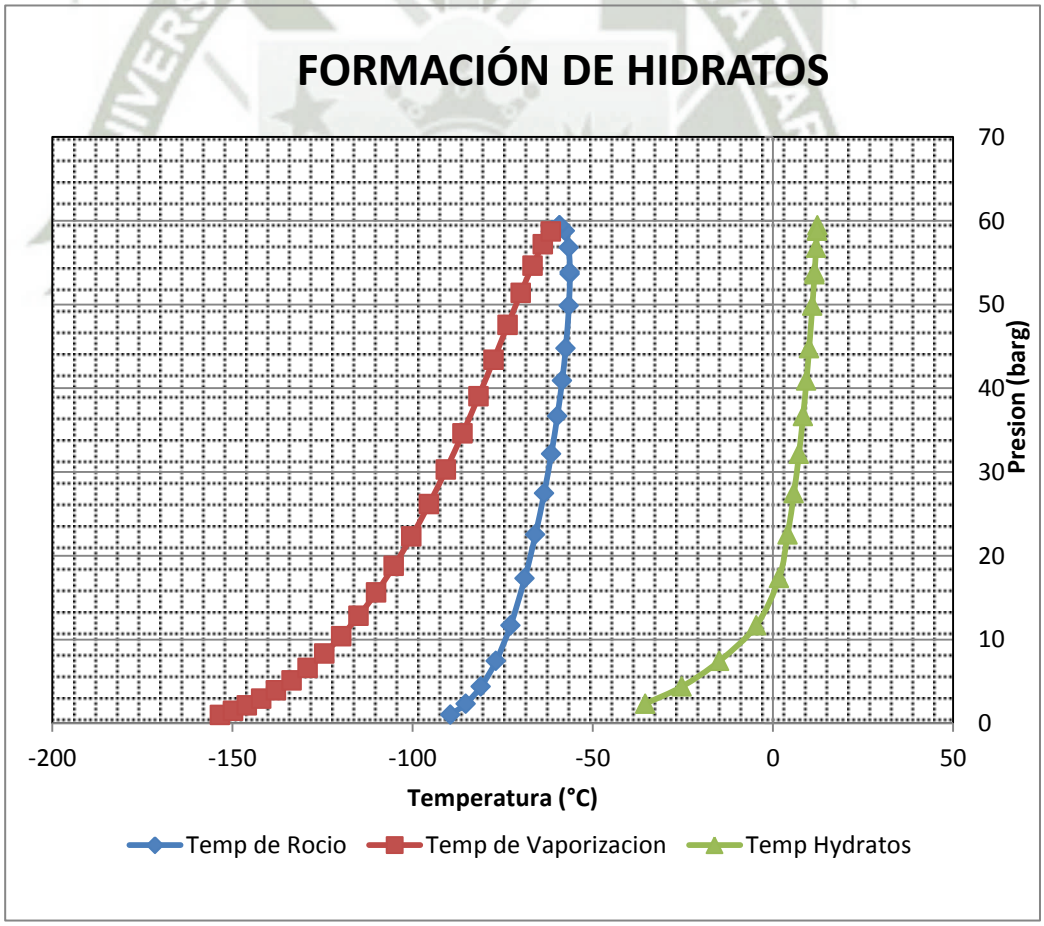
REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

5.2.2. Temperatura De Formación De Hidratos

El programa Hysys nos proporciona una herramienta especial para aproximar dicha temperatura en base a los nomogramas de GPSA y la composición del gas natural específico. Hay que resaltar que como cualquier aproximación, incluyendo la que se pueda hacer en base a la de la GPSA, no es siempre exacta y supone por parte del diseñador que va a usar estos valores escoger un margen o valor de seguridad respecto a los resultados que brinde la aproximación. De acuerdo a lo anterior el grafico N° 24 se presenta la curva de formación de hidratos de la composición del gas de Camisea.

Grafico 24: Curva de Formación de Hidratos



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. CONDICIONES DE OPERACIÓN

Las condiciones de operación del City Gate se refieren a las condiciones de más capacidad de operación en cuanto a consumo (MMSCDF), condiciones máximas, mínimas de presión a la entrada del City Gate, condiciones determinadas de salida de presión del City Gate y las condiciones mínimas y máximas de temperatura asociadas a cada una de las presiones anteriores.

Se tendrá en consideración para las temperaturas requeridas la normativa peruana sobre la distribución y suministro de gas natural así como la mínima temperatura de formación de hidratos a las presiones establecidas.

5.3.1. Presión de operación

Las presiones de operación ya se han establecido según los datos brindados por TGP y los acuerdos tomados anteriormente.

Tabla 27: Condiciones de Presión

	MAX		MIN	
ALTA PRESIÓN	135	barg	65	barg
MEDIA PRESIÓN	19	barg	19	barg
BAJA PRESIÓN	4	barg	4	barg

5.3.2. Caudales de operación

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Los caudales de operación para las diferentes presiones se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 28: Caudales de Operación

ALTA PRESIÓN	43.7	MMSCFD
MEDIA PRESIÓN	42	MMSCFD
BAJA PRESIÓN	1.7	MMSCFD

5.3.3. Temperaturas de operación

Tabla 29: Temperatura de Operación

	MAX		**MIN**	
ALTA PRESIÓN	30	°C	9	°C
MEDIA PRESIÓN	-	-	7.48	°C
BAJA PRESIÓN	15	°C	-	-

La temperatura máxima requerida para alta presión se considera de 30 °C. Esto debido a que la temperatura de ingreso al City Gate es de 28°C, temperatura a la cual le hemos agregado un margen de seguridad de 2° en caso de radiaciones extremas. No se considera los 50°C que se estipulan en el Artículo 44 del DS 040-2008-EM, debido a que en la práctica seria subdimensionar la instalación y podría llevarnos a cálculos térmicos que subestimarían la capacidad de los calentadores de gas. Desde el punto de vista térmico se considera 30°C y desde el punto de vista de resistencia para las tuberías se considera 50°C.

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 cuanto a la mínima temperatura de operación en alta presión se consideran 9°C. esto se debe a que la mínima temperatura ambiental es 14°C, temperatura a la que se le ha restado 5°C debido a que en las noches la temperatura baja y la presencia de vientos podría hacer descender la temperatura por momentos por debajo de los 14°C.

La temperatura en media presión será de 7.48°C como mínimo. Esto se debe a que según la gráfica de formación de hidratos, a 19 barg la temperatura de formación de hidratos es 2.48°C. Cuando se reduce la presión a un gas de forma drástica este se expande, cayendo su temperatura de la misma forma que la presión por lo que podríamos obtener temperatura incluso criogénicas. Es por esto que le agregamos 5°C por seguridad a la temperatura de formación de hidratos y establecemos que el gas en media presión deba salir a 7.48 °C como mínimo, pudiendo salir a más temperatura, aspecto que no altera el proceso.

La temperatura de baja presión será de 15°C como máximo. En el Artículo 43 del DS 040-2008-EM, se establece que la temperatura de entrega a los consumidores es de 15°C, y debido a que en las estaciones de distrito que se instalaran después del City Gate la capacidad de calentamiento será reducida se establece dicha temperatura como temperatura de salida máxima.

5.4. CALCULO DE LA VELOCIDAD EROSIONAL

Como se vio anteriormente la velocidad erosional será el criterio de diseño para las tuberías del City Gate. La velocidad erosional entonces viene dada por la siguiente expresión:

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

$$Ue = \frac{C}{\sqrt{\frac{29 * G * P}{Z * R + T}}}$$

Dónde:

C: Constante (adimensional), se encuentra entre 75 y 150.

Ue: Velocidad erosional (Pies/Seg)

G: Gravedad Especifica del Gas (adimensional)

P: Presión de gas (Psia)

Z: Factor de Compresibilidad (adimensional)

R: Constante de los gases (ft3*psia/lbmol*°R)

T: Temperatura del Gas (°R)

Como puede apreciarse en la fórmula de la velocidad erosional, esta es independiente del diámetro de la tubería, en razón a que es un concepto que es específico según las características propias del gas y de su condición de presión y temperatura.

Se realizaran los cálculos tomando los siguientes valores:

C = 100 (recomendado para gas)

G = 0.612 (cromatografía Gas de Camisea)

Z = 0.8864 (Z según su composición Aspem Hysys)

R = 10.73 ft3*psia/lbmol*°R

Se realizaran los cálculos tomando las presiones extremas en las zonas de alta presión, mientras que para media presión y baja presión se tomaran las presiones setting de

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

regulación. Para un mismo caudal y un mismo ducto, las mayores velocidades se dan en los puntos de menor presión que son los puntos finales de cada uno de los subsistemas de tuberías en alta presión, media presión y baja presión.

En la siguiente tabla se expresan las temperaturas y presiones sobre las cuales se realizara el cálculo

Tabla 30: Datos para el Cálculo de la Velocidad Erosional

	Gra. Especif.	Factor Comp.	Const. Gases
	G	Z	R
ALTA PRESIÓN	0.612	0.8864	10.73
	0.612	0.8864	10.73
MEDIA PRESIÓN	0.612	0.8864	10.73
BAJA PRESIÓN	0.612	0.8864	10.73

A continuación se presentan las constantes para el cálculo de la velocidad erosional

Tabla 31: Constantes para el Cálculo de la Velocidad Erosional

	Gra. Especif.	Factor Comp.	Const. Gases
	G	Z	R
ALTA PRESIÓN	0.612	0.8864	10.73
	0.612	0.8864	10.73
MEDIA PRESIÓN	0.612	0.8864	10.73
BAJA PRESIÓN	0.612	0.8864	10.73

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Finalmente se presentan los resultados obtenidos del cálculo de la velocidad erosional y la velocidad máxima a la que debe circular el gas dentro de las tuberías.

Tabla 32: Velocidad Erosional y velocidad máxima

	VEL. EROSIONAL		VELOCIDAD MÁXIMA (60% VEL. ER.)
	pies/seg	m/seg	m/seg
ALTA PRESIÓN	38.38658803	11.70023203	7.02013922
	55.32096126	16.86182899	10.11709739
MEDIA PRESIÓN	98.44821756	30.00701671	18.00421003
BAJA PRESIÓN	217.4187158	66.26922456	39.76153474

De acuerdo con el resultado las velocidades del gas no deben exceder el 60% de la velocidad erosional, es decir que para el caso critico de alta presión, la velocidad del gas no debe exceder el rango entre 7.02 y 10.11 m/seg (dependiendo finalmente de la presión de entrega al City Gate), por lo que el criterio de 20 m/seg resulta inadecuado y atentaría contra la integridad del sistema por ser un parámetro muy elevado.

Por otro lado, para la media presión (19 barg), la velocidad del gas debería ser no mayor a 18.00 m/seg, valor muy cercano a 20 m/seg por lo que este criterio es aceptado.

Para el sistema de baja presión, la velocidad admisible del gas seria 39.76 m/seg, por lo que el criterio de 20 m/seg resulta siendo muy conservador y llevaría a sobredimensionar las tuberías. Sin embargo se sigue el criterio de velocidad adoptado en el Peru, ya que al inicio del proyecto se estableció que se tomaría el criterio con más seguridad.

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. VELOCIDAD DE OPERACIÓN

Una vez calculada la velocidad erosional y la máxima velocidad de operación, se debe calcular la velocidad del Gas en operación, de manera que este por debajo de la máxima velocidad y sea lo más cercana a esta, este cálculo se convierte entonces en un proceso iterativo que consiste probar con cada diámetro de tubería y escoger el que más se acerque.

La velocidad viene dada entonces por la siguiente expresión:

$$Us = \frac{365.35 * Q}{D^2 * P}$$

Dónde:

Us: Velocidad lineal (m/seg)

Q: Caudal volumétrico (m3/hr)

D: Diámetro interior de la tubería (mm)

P: Presión de cálculo (kg/cm2)

Se probó con diferentes diámetros de tuberías para determinar que diámetros cumplen con los requisitos antes mencionados. En la tabla N° 33 se muestran los cálculos realizados para probar si los diámetros cumplen los criterios anteriores.

En base al cálculo anterior se tienen diámetros probables para elegir. Sin embargo es necesario realizar una comprobación con el esfuerzo que soportara cada tubería con su respectivo espesor y comprobar la velocidad nuevamente empleando el diámetro interior de acuerdo al Schedule que se seleccione y al material a emplear.

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

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Tabla N° 33: Primera aproximacion de diametros

D (pulg)	D(mm)	Q (pie3/hr)	Q(m3/hr)	P (bar)	P(Kg/cm2)	V(m/seg)	V. EROSIONAL	CRITERIO PERUANO	ACEPTACION
10	254	1820833	51529.5739	135	137.6622	2.11974453	CUMPLE	CUMPLE	ACEPTADO
10	254	1820833	51529.5739	65	66.2818	4.40254634	CUMPLE	CUMPLE	ACEPTADO
8	203.2	1820833	51529.5739	135	137.6622	3.31210083	CUMPLE	CUMPLE	ACEPTADO
8	203.2	1820833	51529.5739	65	66.2818	6.87897865	CUMPLE	CUMPLE	ACEPTADO
6	152.4	1820833	51529.5739	135	137.6622	5.88817926	CUMPLE	CUMPLE	ACEPTADO
6	152.4	1820833	51529.5739	65	66.2818	12.2292954	NO CUMPLE	CUMPLE	NO ACEPTADO
4	101.6	1820833	51529.5739	135	137.6622	13.2484033	NO CUMPLE	CUMPLE	NO ACEPTADO
4	101.6	1820833	51529.5739	65	66.2818	27.5159146	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO ACEPTADO
10	254	1750000	49525	19	19.37468	14.475435	CUMPLE	CUMPLE	ACEPTADO
8	203.2	1750000	49525	19	19.37468	22.6178672	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO ACEPTADO
6	152.4	1750000	49525	19	19.37468	40.2095417	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO ACEPTADO
4	101.6	70833	2004.5739	4	4.07888	17.3941351	CUMPLE	CUMPLE	ACEPTADO
3	76.2	70833	2004.5739	4	4.07888	30.9229068	CUMPLE	NO CUMPLE	NO ACEPTADO
2	50.8	70833	2004.5739	4	4.07888	69.5765404	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO ACEPTADO
4	101.6	70833	2004.5739	19	19.37468	3.66192318	CUMPLE	CUMPLE	ACEPTADO
2	50.8	70833	2004.5739	19	19.37468	14.6476927	CUMPLE	CUMPLE	ACEPTADO
1	25.4	70833	2004.5739	19	19.37468	58.5907708	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO ACEPTADO

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

La tabla N° 33 está dividida en 4 partes para su mejor comprensión. La primera parte se refiere a todo el tramo de tuberías desde la entrada del gas al City Gate hasta la entrada de la primera regulación (regulación industrial) a la que se somete el gas.

La segunda parte corresponde al tramo que empieza a la salida de la primera regulación (regulación industrial) y continúa hasta la salida a la red de acero de chincha.

La tercera parte corresponde al arreglo comprendido entre la salida de la segunda regulación (regulación domestica) y la conexión a la red de polietileno de chincha.

La cuarta parte corresponde al tramo comprendido entre la T de división de consumos y la segunda regulación del gas (regulación domestica)

5.6. CALCULO DE TUBERÍAS

De acuerdo a los datos anteriores haremos el recalculo de los diámetros establecidos y seleccionaremos el Schedule adecuado para la línea. Para lo que es alta presión por la capacidad que debe soportar el material (135 barg) se seleccionó un Sch 80 para las tuberías, debido a que el esfuerzo de esta tubería en cualquiera de los diámetros supera la presión requerida, además de ser muy comercial.

Para las tuberías de baja y media presión se optó por un Sch 40 por cumplir con los requerimientos de presión en todos los diámetros y por ser comercial

5.6.1. Tuberías de alta presión

En la Tabla N° 35 se presentan los datos requeridos para el cálculo de los diámetros para las líneas de alta presión.

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 34: Datos para el cálculo de diámetros de alta presión

D (pulg)	Sch	D. int (pulg)	D. int (mm)	Q (pie3/hr)	Q(m3/hr)	P (bar)	P(Kg/cm2)
10	80	9.562	242.8748	1820833	51529.5739	135	137.6622
10		9.562	242.8748	1820833	51529.5739	65	66.2818
8		7.625	193.675	1820833	51529.5739	135	137.6622
8		7.625	193.675	1820833	51529.5739	65	66.2818
6		5.761	146.3294	1820833	51529.5739	135	137.6622
6		5.761	146.3294	1820833	51529.5739	65	66.2818
4		3.826	97.1804	1820833	51529.5739	135	137.6622
4		3.826	97.1804	1820833	51529.5739	65	66.2818

En la tabla N°35 se presentan los resultados del cálculo de tuberías.

Para esta presión se hicieron los cálculos con tuberías de 10, 8, 6 y 4 pulgadas. Se descartó la tubería de 6 pulgadas porque para la mínima presión no cumple el criterio de velocidad erosional. También se descartó la tubería de 10 pulgadas porque se estaría sobredimensionando la tubería. La selección final para las líneas de alta presión son tuberías Sch 80 de 8 pulgadas.

Tabla 35: Resultados del cálculo de diámetros de alta presión

D (pulg)	V(m/seg)	V. EROSIONAL	CRITERIO PERUANO	ACEPTACIÓN
10	2.3183876	CUMPLE	CUMPLE	DESCARTADO
10	4.81511271	CUMPLE	CUMPLE	DESCARTADO
8	3.64589224	CUMPLE	CUMPLE	ACEPTADO
8	7.57223772	CUMPLE	CUMPLE	ACEPTADO
6	6.38686554	CUMPLE	CUMPLE	DESCARTADO
6	13.2650284	NO CUMPLE	CUMPLE	NO ACEPTADO
4	14.4808346	NO CUMPLE	CUMPLE	NO ACEPTADO
4	30.0755795	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO ACEPTADO

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

5.6.2. Tuberías de media presión

En la Tabla N° 36 se presentan los datos requeridos para el cálculo de los diámetros para las líneas de media presión que van a la red de acero.

Tabla 36: Datos para el cálculo de diámetros de media presión (red de acero)

D (pulg)	Sch	D. int (pulg)	D. int (mm)	Q (pie3/hr)	Q(m3/hr)	P (bar)	P(Kg/cm2)
10	40	10.02	254.508	1750000	49525	19	19.37468
8		7.981	202.7174	1750000	49525	19	19.37468
6		6.065	154.051	1750000	49525	19	19.37468

En la siguiente tabla se presentan los resultados del cálculo de tuberías.

Tabla 37: Resultados del cálculo de diámetros de media presión (red de acero)

D (pulg)	V(m/seg)	V. EROSIONAL	CRITERIO PERUANO	ACEPTACIÓN
10	14.4177065	CUMPLE	CUMPLE	ACEPTADO
8	22.7256861	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO ACEPTADO
6	39.3522904	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO ACEPTADO

Para esta presión se hicieron los cálculos con tuberías de 10, 8 y 6 pulgadas. Se descartó la tubería de 6 y 8 pulgadas porque no cumple el criterio de velocidad erosional.

La selección final para las líneas de alta presión son tuberías Sch 40 de 10 pulgadas. A continuación se presentan los datos requeridos para el cálculo de los diámetros para las líneas de media presión que van a la segunda regulación (regulación domestica).

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 38: datos para el cálculo de diámetros de media presión (red de polietileno)

D (pulg)	Sch	D. int (pulg)	D. int (mm)	Q (pie3/hr)	Q(m3/hr)	P (bar)	P(Kg/cm2)
4	40	4.026	102.2604	70833	2004.5739	19	19.37468
2		2.067	52.5018	70833	2004.5739	19	19.37468
1		1.049	26.6446	70833	2004.5739	19	19.37468

En la siguiente tabla se presentan los resultados del cálculo de tuberías.

Tabla 39: Resultados del cálculo de diámetros de media presión (red de polietileno)

D (pulg)	V(m/seg)	V. EROSIONAL	CRITERIO PERUANO	ACEPTACIÓN
4	3.61477833	CUMPLE	CUMPLE	DESCARTADO
2	13.7134983	CUMPLE	CUMPLE	ACEPTADO
1	53.2449269	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO ACEPTADO

Para esta presión se hicieron los cálculos con tuberías de 4, 2 y 1 pulgada. Se descartó la tubería de 1 pulgadas porque no cumple el criterio de velocidad erosional. Y la tubería de 4 pulgadas sobredimensionaría la instalación.

La selección final para las líneas de alta presión son tuberías Sch 40 de 2 pulgadas.

5.6.3. Tuberías de baja presión

A continuación se presentan los datos requeridos para el cálculo de los diámetros para las líneas de baja presión.

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 40: Datos para el cálculo de diámetros de baja presión

D (pulg)	Sch	D. int (pulg)	D. int (mm)	Q (pie3/hr)	Q(m3/hr)	P (bar)	P(Kg/cm2)
4	40	4.026	102.2604	70833	2004.5739	4	4.07888
3		3.068	77.9272	70833	2004.5739	4	4.07888
2		2.067	52.5018	70833	2004.5739	4	4.07888

En la siguiente tabla se presentan los resultados del cálculo de tuberías.

Tabla 41: Resultados del cálculo de diámetros de baja presión

D (pulg)	V(m/seg)	V. EROSIONAL	CRITERIO PERUANO	ACEPTACIÓN
4	17.1701971	CUMPLE	CUMPLE	ACEPTADO
3	29.5673302	CUMPLE	NO CUMPLE	NO ACEPTADO
2	65.1391171	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO ACEPTADO

Para esta presión se hicieron los cálculos con tuberías de 4, 3 y 2 pulgadas. Se descartó la tubería de 2 pulgadas porque no cumple el criterio de velocidad erosional. Y la tubería de 3 pulgadas no cumple don la recomendación de una velocidad menor a 20 m/seg.

La selección final para las líneas de alta presión son tuberías Sch 40 de 4 pulgadas.

5.7. ARREGLO GENERAL DE LA INSTALACIÓN

Conocidos los diámetros de las tuberías a emplear es necesario realizar un arreglo general de la instalación para poder estimar la dimensión de las distancias y elevaciones de las tuberías para poder evaluarlas hidráulicamente.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Es necesario además estimar el número de accesorios que se tendrá en cada línea para poder calcular las pérdidas de presión a través de factores de longitud equivalente.

Este arreglo general se realizara en base a los P&ID desarrollados en el capítulo anterior. Se tomaron distancias referenciales basándose en la máxima distancia que recorre el fluido y se colocaron las válvulas y accesorios en su totalidad. Se tomó un 10% adicional de la longitud medida, esto por posibles errores en las mediciones y estimaciones realizadas. Estas longitudes serán ingresadas en el programa Aspem Hysys para la evaluación termohidraulica del City Gate.

En el arreglo general se consideran tuberías enterradas y elevadas, las elevaciones son referenciales y se tomaron así para la comodidad de operación y mantenimiento. Los equipos se colocaron en serie para poder visualizar mejor el proceso, sin embargo en terrenos más pequeños se podría considerar configuraciones en forma circular o en forma de U.

Para realizar el arreglo general se sectorizaron las líneas de proceso tomando como criterio la secuencia del proceso. Esto se realizó con el fin de identificar todos los accesorios que intervienen en el máximo recorrido del gas a través de las tuberías y así poder cuantificar la caída de presión que estos ocasionan a lo largo del proceso.

La sectorización de la instalación junto con la longitud de la línea y la elevación de la misma se presenta en la tabla N° 42. (las elevaciones fueron determinadas al final en los planos isométricos de los arreglos de tuberías)

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

Tabla N° 33: Primera aproximación de diámetros

Desde	Hasta	L (mm)	e (mm)	accesorios	Leq/D	D	Leq (in)	Leq (mm)	Suma Leq	Long Hysys	long h. (m)	L+10%	Cod.tub.
Válvula Bloqueo	T de By Pass	1818	1000	Valve	150	8	1200	30480	33934.4	35752.4	35.7524	39.32764	CGP-101
				Elbow	17	8	136	3454.4					
T de By Pass	Filtro Ciclónico	6118	-1584	Tee	20	8	160	4064	11582.4	17700.4	17.7004	19.47044	CGP-101-1
				Tee	20	8	160	4064					
				Elbow	17	8	136	3454.4					
T de By Pass	Filtro Ciclónico	4110	2128	Valve	150	8	1200	30480	67868.8	71978.8	71.9788	79.17668	CGP-101-2
				Valve	150	8	1200	30480					
				Elbow	17	8	136	3454.4					
				Elbow	17	8	136	3454.4					
Filtro Ciclónico	Filtro Separador	16628	-1584	Tee	20	8	160	4064	20320	36948	36.948	40.6428	CGP-102
				Tee	20	8	160	4064					
				Tee	20	8	160	4064					
				Tee	20	8	160	4064					
				Tee	20	8	160	4064					
Filtro Ciclónico	Filtro Separador	5071	800	Valve	150	8	1200	30480	67868.8	72939.8	72.9398	80.23378	CGP-102-1
				Valve	150	8	1200	30480					
				Elbow	17	8	136	3454.4					
				Elbow	17	8	136	3454.4					
Filtro Separador	Unidad de Medición 1	3619	800	Valve	150	8	1200	30480	33934.4	37553.4	37.5534	41.30874	CGP-103
				Elbow	17	8	136	3454.4					
Filtro Separador	Unidad de Medición 1	22499	-1584	Tee	20	8	160	4064	15036.8	37535.8	37.5358	41.28938	CGP-103-1
				Tee	20	8	160	4064					
				Elbow	17	8	136	3454.4					
				Elbow	17	8	136	3454.4					
				Elbow	17	8	136	3454.4					
Filtro Separador	Unidad de Medición 1	4618	950	Tee	20	8	160	4064	4064	8682	8.682	9.5502	CGP-103-2
Unidad de Medición 1	Calentador 1	8067	950	Elbow	17	8	136	3454.4	7518.4	15585.4	15.5854	17.14394	CGP-104
				Tee	20	8	160	4064					
Unidad de Medición 1	Calentador 1	6018	-1584	Tee	20	8	160	4064	10972.8	16990.8	16.9908	18.68988	CGP-104-1
				Elbow	17	8	136	3454.4					
				Elbow	17	8	136	3454.4					
Unidad de Medición 1	Calentador 1	4148	950	Valve	150	8	1200	30480	64414.4	68562.4	68.5624	75.41864	CGP-104-2
				Valve	150	8	1200	30480					
				Elbow	17	8	136	3454.4					
Calentador 1	Regulación 1	5074	950	Valve	150	8	1200	30480	33934.4	39008.4	39.0084	42.90924	CGP-105
				Elbow	17	8	136	3454.4					
Calentador 1	Regulación 1	6700	-1584	Tee	20	8	160	4064	11582.4	18282.4	18.2824	20.11064	CGP-105-1
				Tee	20	8	160	4064					
				Elbow	17	8	136	3454.4					
Calentador 1	Regulación 1	4518	983	Elbow	17	8	136	3454.4	71932.8	76450.8	76.4508	84.09588	CGP-105-2
				Tee	20	8	160	4064					
				Elbow	17	8	136	3454.4					
				Valve	150	8	1200	30480					
				Valve	150	8	1200	30480					
Regulación 1	T polietileno	4543	983	Valve	150	10	1500	38100	47498	52041	52.041	57.2451	CGP-106
				Elbow	17	10	170	4318					
				Tee	20	10	200	5080					
Regulación 1	T polietileno	4776	983	Valve	150	10	1500	38100	38100	42876	42.876	47.1636	CGP-106-1
T polietileno	Red Acero	11991	983	Valve	150	10	1500	38100	42418	54409	54.409	59.8499	CGP-107
				Elbow	17	10	170	4318					
T polietileno	Red Acero	2650	-1385	Elbow	17	10	170	4318	4318	6968	6.968	7.6648	CGP-107-1
T polietileno	Unidad de Medición 2	4808.5	983	Elbow	17	2	34	863.6	17119.6	21928.1	21.9281	24.12091	CGP-108
				Valve	150	2	300	7620					
				Tee	20	2	40	1016					
				Valve	150	2	300	7620					
Unidad de Medición 2	Calentador 2	2411.5	983	Valve	150	2	300	7620	8636	11047.5	11.0475	12.15225	CGP-109
				Tee	20	2	40	1016					
Calentador 2	Regulación 2	420	983	Tee	20	2	40	1016	1016	1436	1.436	1.5796	CGP-110
Regulación 2	Red de polietileno	1445	983	Tee	20	4	80	2032	18999.2	20444.2	20.4442	22.48862	CGP-111
				Valve	150	4	600	15240					
				Elbow	17	4	68	1727.2					
Regulación 2	Red de polietileno	3108	-1465	Elbow	17	4	68	1727.2	1727.2	4835.2	4.8352	5.9352	CGP-111-1

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Una vez sectorizada la instalación se calculara la longitud equivalente de todo el tramo y se le asignara un nombre (código) para poder luego introducir la información en el simulador de procesos.

Para asignar la longitud equivalente a cada accesorio se empleó la siguiente tabla

Gráfico 25: Longitudes equivalentes para distintos accesorios

Tabla 1. Longitudes equivalentes para distintos accesorios.

Tipo	$(L/D)_{eq}$
Válvula de globo-abierta por completo	340
Válvula de ángulo abierta por completo	150
Válvula de compuerta-abierta por completo	8
¾ abierta	35
½ abierta	160
¼ abierta	900
Válvula de verificación tipo giratoria	100
Válvula de verificación tipo bola	150
Válvula de mariposa abierta ,por completo (2 a 8 pulg)	45
10 a 14 pulg	35
16 a 24 pulg	25
Válvula de pie tipo disco de vástago	420
Válvula de pie tipo disco de bisagra	75
Codo estándar de 90	30
Codo de 90 de radio largo	20
Codo roscado a 90	50
Codo estándar a 45	16
Codo roscado a 45	26
Vuelta cerrada en retorno	50
Te estándar con flujo directo	20
Con flujo en el ramal	60

Establecido este criterio se procedió a calcular la longitud de cada segmento, que luego será representado solo como una tubería en el simulador.

En la tabla N° 42 también se presentan los cálculos de la longitud equivalente para la simulación en Aspem Hysys.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

5.8. REVISIÓN HIDRÁULICA (ESCENARIOS)

se realizó la evaluación hidráulica con el software Aspem Hysys; Se utilizó el modelo termodinámico de Peng Robinson, que contiene las ecuaciones de Weyboul y Panhandle A y B que son las ecuaciones que mejor se aproximan al comportamiento del gas en ductos a presiones elevadas.

Para la evaluación termo hidráulica del City Gate se desarrollan cuatro escenarios, en los cuales se calcularon la caída de presión a través de las tuberías, equipos y accesorios; y, los requerimientos de energía de los calentadores, empleando las bases de diseño y consideraciones presentadas anteriormente.

Se estimaron las distancias con base el arreglo general anteriormente desarrollado.

5.8.1. Evaluación hidráulica (N°1): presión mínima, temperatura máxima y caudal máximo

Escenario N°1: Este escenario considera las variables de operación que están dentro de las bases de diseño así como las consideraciones más críticas desde el punto de vista hidráulico. Se empleó la presión de ingreso al City Gate mínima debido a que esta hace que la velocidad del gas aumente, y lo que se requiere es evaluar dichas velocidades. Se emplea la temperatura máxima de entrada porque de igual manera hace aumentar la velocidad. Y se emplea el caudal máximo de operación por la misma razón.

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 43: Escenario N°1

P	Mínima	65 barg
T	Máxima	30 °C
Q	Máxima	43.7 MMSCFD

5.8.2. Evaluación térmica (N°2): presión máxima, temperatura mínima y caudal máximo

Escenario N°2: Este escenario considera las variables de operación que están dentro de las bases de diseño así como las consideraciones más críticas desde el punto de vista de cálculo de la máxima demanda de energía para los calentadores del City Gate, con el fin de evitar la formación de hidratos en el sistema debido al enfriamiento brusco que se da a la salida de las válvulas reguladoras. La temperatura de entrada al City Gate será la mínima y la Presión será la máxima.

Tabla 44: Escenario N°2

P	Máxima	135 barg
T	Mínima	9°C
Q	Máximo	43.7 MMSCFD

5.8.3. Evaluación térmica (N°3): presión mínima, temperatura mínima y caudal máximo

Escenario N°3: Este escenario considera las variables de operación que están dentro de las bases de diseño así como las consideraciones más críticas desde el punto de vista de cálculo de la máxima demanda de energía para los calentadores del City

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Gate, con el fin de evitar la formación de hidratos en el sistema debido al enfriamiento brusco que se da a la salida de las válvulas reguladoras. La temperatura de entrada en el City Gate es la mínima y la presión también es la mínima.

Tabla 45: Escenario N°3

P	Mínima	65 barg
T	Mínima	9°C
Q	Máximo	43.7 MMSCFD

5.8.4. Evaluación de capacidad (N°4): presión máxima, temperatura mínima y caudal reducido

Este escenario considera las variables de operación que están dentro de las bases de diseño así como las consideraciones de menor flujo a baja temperatura desde el punto de vista hidráulico. Se considera la mitad del caudal máximo para observar el comportamiento del gas y mejorar el manejo de arranque temprano

Tabla 46: Escenario N°4

P	Máxima	135 barg
T	Mínima	9°C
Q	0.5 del Máximo	21.85 MMSCFD

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

5.8.5. Resumen de escenarios

Tabla 47: Resumen de Escenarios

	BASES DE DISEÑO						CONSIDERACIONES		
	P. ent.	T. ent.	Q. ent.	P. reg. 1	P. reg 2	T. reg	T. amb.	Vel vient	Elevación
	(barg)	(°C)	(MMSCFD)	(barg)	(barg)	(°C)	(°C)	m/seg	m
N°1	65	30	43.7	19	4	(NOTA 1)	30	10	(NOTA 2)
N°2	135	9	43.7	19	4	(NOTA 1)	9	10	(NOTA 2)
N°3	65	9	43.7	19	4	(NOTA 1)	9	10	(NOTA 2)
N°4	135	9	21.85	19	4	(NOTA 1)	9	10	(NOTA 2)

NOTA 1: Las temperaturas a la salida de la regulación se determinaran en el análisis

NOTA 2: Las elevaciones son propias de cada tubería y corresponden al arreglo general del CG

5.8.6. Caídas de presión en equipos

Las caídas de presión en los equipos mecánicos que se emplearan en la instalación se han aproximado de acuerdo a la experiencia de los fabricantes de cada equipo. Para poder evaluar de forma objetiva la instalación son necesarios estos datos, a pesar de ser en muchos casos valores pequeños.

Pietro Fiorentini (Vendor Brazil) nos proporciona una estimación real de la caída de presión en los equipos necesarios de acuerdo a su experiencia a nivel mundial:

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 48: Caídas de presión en equipos

FILTROS CICLÓNICOS	0.1	bar
FILTROS SEPARADORES	0.7	bar
UNIDADES DE MEDICIÓN	0.2	bar
CALENTADORES DE BAÑO	0.7	bar
CALENTADOR CON IC	0.5	bar

Se debe tener en cuenta que el escenario N° 1 será el que presente mayores velocidades a través de las tuberías, así como una mayor caída de presión por tramo; y el escenario N° 2 y 3 serán los que presenten un mayor requerimiento de energía, mientras que el escenario N°4 será el que presente mayores presiones a lo largo del gasoducto. Esto se puede estimar teniendo en cuenta los valores que fueron escogidos, dentro de las bases de diseño y consideraciones, para la evaluación de cada escenario.

5.8.7. Configuración del city gate para la simulación

Para la evaluación de los escenarios se considera la siguiente disposición:

- 1 Skid de filtros Ciclónicos
- 1 Skid de filtros separadores
- 1 Skid de medición
- 1 Skid de calentadores indirectos
- 1 Skid de regulación

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- 1 División de flujo
- 1 Skid de medición
- 1 Skid de calentadores indirectos
- 1 Skid de regulación

5.8.8. Modelado del city gate

El modelado del City Gate considera lo siguiente:

- Uso del software de simulación ASPEN HYSYS, Versión 8.2.
- La composición del gas considerada es la que se presenta en la Tabla N° 19.
- Las variables operativas como caudal, presión y temperatura, así como algunas variables
- de condiciones del entorno (temperatura ambiente, velocidad del viento, profundidad de
- enterramiento de las tuberías y tipo de suelo) fueron asignadas a los escenarios según el
- esquema presentado en la Tabla anterior.
- La diagramación del City Gate en el simulador fue realizada conforme a los planos P&ID y al arreglo general de City Gate.
- Para la asignación de caída de presión por equipos, se considera los valores indicados por la CIA Itansuca.
- El esquema del modelado de cada escenario en el software de simulación ASPEN HYSYS, Versión 8.2, se muestra en el Anexo N °4.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

5.9. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN TERMOHIDRAULICA

La evaluación hidráulica del City Gate consiste en la verificación y obtención de los valores requeridos e indicados en las Tablas resumen de escenarios. Si bien el escenario que valida el diseño del City Gate desde el punto de vista hidráulico es el Escenario N° 1, la evaluación hidráulica se realizó para los demás escenarios a modo de complementar el análisis del mismo.

Los resultados incluyen parámetros de las tuberías (como velocidad y caídas de presión), parámetros del gas (temperatura, presión, etc.), caídas de presión en las válvulas y calor requerido en los calentadores.

Se mostrara los resultados del escenario N°1 por ser el de mayor importancia desde el punto de vista hidráulico. Los resultados de los demás análisis estarán a disposición en el anexo N°5.

Tabla 49: Resultados evaluación escenario N°1

Name	**CGP-101**	**CGP-101-1**	**CGP-101-2**	**CGP-102**	**CGP-102-1**
Pressure Drop [psi]	0.671581398	0.195387431	1.367165377	0.523893401	1.293899924
Maximum Pressure [bar_g]	65	64.95369608	64.94022459	64.74596183	64.70984064
Maximum Velocity [m/s]	7.841140468	7.843045549	7.85384352	7.869259429	7.879799915
Nominal Diameter [in]	8	8	8	8	8
External Diameter [in]	8.625	8.625	8.625	8.625	8.625
Internal Diameter [in]	7.625	7.625	7.625	7.625	7.625
Roughness [in]	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018
Name	**CGP-103-2**	**CGP-103**	**CGP-103-1**	**CGP-104-2**	**CGP-104**
Pressure Drop [psi]	0.211193877	0.697849604	0.542974577	1.246868481	0.320908789
Maximum Pressure [bar_g]	63.83507752	63.92062936	63.87251431	63.58523875	63.62051621
Maximum Velocity [m/s]	7.968788859	7.962280689	7.967184164	8.006065083	7.993661745
Nominal Diameter [in]	8	8	8	8	8

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

External Diameter [in]	8.625	8.625	8.625	8.625	8.625
Internal Diameter [in]	7.625	7.625	7.625	7.625	7.625
Roughness [in]	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018
Name	**CGP-104-1**	**CGP-105-1**	**CGP-105**	**CGP-105-2**	**CGP-106-1**
Pressure Drop [psi]	0.190747433	0.218367401	0.742502241	1.401018591	0.55895163
Maximum Pressure [bar_g]	63.59839032	62.74807643	62.79927017	62.73302052	18.95363051
Maximum Velocity [m/s]	7.995597102	8.093993739	8.091771473	8.106081912	13.83883785
Nominal Diameter [in]	8	8	8	8	10
External Diameter [in]	8.625	8.625	8.625	8.625	10.75
Internal Diameter [in]	7.625	7.625	7.625	7.625	10.02
Roughness [in]	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018

Name	**CGP-106**	**CGP-108**	**CGP-107**	**CGP-107-1**	**CGP-109**
Pressure Drop [psi]	0.672532472	1.604732827	0.653127255	0.052296337	0.829790775
Maximum Pressure [bar_g]	19	18.91509214	18.91509214	18.87006059	18.60444968
Maximum Velocity [m/s]	13.81241722	12.72125425	13.3303271	13.3331068	12.88255142
Nominal Diameter [in]	10	2	10	10	2
External Diameter [in]	10.75	2.375	10.75	10.75	2.375
Internal Diameter [in]	10.02	2.067	10.02	10.02	2.067
Roughness [in]	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018

Name	**CGP-110**	**CGP-111-1**	**CGP-111**
Pressure Drop [psi]	0.127720128	0.039529037	0.186398399
Maximum Pressure [bar_g]	18.0472376	3.987148279	4
Maximum Velocity [m/s]	13.21164473	12.84270208	12.83535395
Nominal Diameter [in]	2	4	4
External Diameter [in]	2.375	4.5	4.5
Internal Diameter [in]	2.067	4.026	4.026
Roughness [in]	0.0018	0.0018	0.0018

Name	**Gas Natural**	**1**	**1-1**	**1-2**	**2**
Pressure [bar_g]	65	64.95369608	64.94022459	64.84596183	64.74596183
Temperature [C]	30	29.99255308	30.0042826	29.98777881	29.94331682
Mass Flow [kg/h]	38583.09443	38583.09443	38583.09443	38583.09443	38583.09443
Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	123.5336905	123.5336905	123.5336905	123.5336905	123.5336905
Vapor / Phase Fraction	1	1	1	1	1
Molar Enthalpy [kJ/kgmole]	-77379.53417	-77378.9122	-77378.07246	-77376.86956	-77376.86956

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Name	2-1	2-2	3	3-1	3-2
Pressure [bar_g]	64.70984064	64.62062936	63.92062936	63.87251431	63.83507752
Temperature [C]	29.95502185	29.94903614	29.63664796	29.63070729	29.64236963
Mass Flow [kg/h]	38583.09443	38583.09443	38583.09443	38583.09443	38583.09443
Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	123.5336905	123.5336905	123.5336905	123.5336905	123.5336905
Vapor / Phase Fraction	1	1	1	1	1
Molar Enthalpy [kJ/kgmole]	-77375.55393	-77373.95747	-77373.95747	-77373.22068	-77371.87804

Name	3-3	4	4-1	4-2	4-3
Pressure [bar_g]	63.82051621	63.62051621	63.59839032	63.58523875	63.49927017
Temperature [C]	29.63535164	29.54573935	29.53982662	29.55148505	29.54441995
Mass Flow [kg/h]	38583.09443	38583.09443	38583.09443	38583.09443	38583.09443
Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	123.5336905	123.5336905	123.5336905	123.5336905	123.5336905
Vapor / Phase Fraction	1	1	1	1	1
Molar Enthalpy [kJ/kgmole]	-77371.90161	-77371.90161	-77371.71234	-77370.88362	-77369.39709

Name	5	5-1	5-2	5-3	6
Pressure [bar_g]	62.79927017	62.74807643	62.73302052	62.63642367	19
Temperature [C]	29.22948721	29.22246704	29.23408943	29.2267957	5.966897997
Mass Flow [kg/h]	38583.09443	38583.09443	38583.09443	38583.09443	38583.09443
Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	123.5336905	123.5336905	123.5336905	123.5336905	123.5336905
Vapor / Phase Fraction	1	1	1	1	1
Molar Enthalpy [kJ/kgmole]	-77369.39709	-77368.64008	-77367.77309	-77366.06422	-77366.06422

Name	6-1	6-2	7	8	7-1
Pressure [bar_g]	18.95363051	18.91509214	18.91509214	18.91509214	18.87006059
Temperature [C]	5.960994883	5.955136342	5.955136342	5.955136342	5.949261318
Mass Flow [kg/h]	38583.09443	38583.09443	37082.15026	1500.944177	37082.15026
Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	123.5336905	123.5336905	118.728032	4.805658439	118.728032
Vapor / Phase Fraction	1	1	1	1	1
Molar Enthalpy [kJ/kgmole]	-77365.15804	-77364.44288	-77364.44288	-77364.44288	-77363.56855

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Name	RED DE ACERO	9	10	11	12
Pressure [bar_g]	18.86645488	18.80444968	18.60444968	18.5472376	18.0472376
Temperature [C]	5.956837328	5.948973427	5.825343611	5.819436414	5.509636222
Mass Flow [kg/h]	37082.15026	1500.944177	1500.944177	1500.944177	1500.944177
Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	118.728032	4.805658439	4.805658439	4.805658439	4.805658439
Vapor / Phase Fraction	1	1	1	1	1
Molar Enthalpy [kJ/kgmole]	-77363.17791	-77361.96517	-77361.96517	-77360.79178	-77360.79178

Name	13	14	14-1	RED DE POLIETILENO
Pressure [bar_g]	18.03843161	4	3.987148279	3.984422848
Temperature [C]	5.503989171	-3.585681704	-3.590837732	-3.583523015
Mass Flow [kg/h]	1500.944177	1500.944177	1500.944177	1500.944177
Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	4.805658439	4.805658439	4.805658439	4.805658439
Vapor / Phase Fraction	1	1	1	1
Molar Enthalpy [kJ/kgmole]	-77360.79901	-77360.79901	-77360.66844	-77360.32751

Para completar el análisis es necesario mostrar los resultados que arrojan las unidades de regulación para comprobar que las presiones de salida de cada una son las correctas.

Tabla 50: Resultados unidades de regulación escenario N°1

Equipment		
Name	REGULACIÓN 1	REGULACIÓN 2
Pressure Drop [psi]	632.8926525	203.6101832
Friction pressure Drop [psi]	632.8926525	203.6101832
Pipe Velocity [m/s]	103.9479881	13.65929856
Reynolds Number	20976263.02	973266.5386

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 51: Resultados unidades de regulación escenario N°2

Equipment		
Name	**REGULACIÓN 1**	**REGULACIÓN 2**
Pressure Drop [psi]	1653.124202	203.57878
Friction pressure Drop [psi]	1653.124202	203.57878
Pipe Velocity [m/s]	51.97698899	14.69670839
Reynolds Number	16565656.5	924733.9499

Tabla 52: Resultados unidades de regulación escenario N°3

Equipment		
Name	**REGULACIÓN 1**	**REGULACIÓN 2**
Pressure Drop [psi]	633.384474	203.5848684
Friction pressure Drop [psi]	633.384474	203.5848684
Pipe Velocity [m/s]	104.6107151	14.69704318
Reynolds Number	20925855.93	924704.9669

Tabla 53: Resultados unidades de regulación escenario N°4

Equipment		
Name	**REGULACIÓN 1**	**REGULACIÓN 2**
Pressure Drop [psi]	1656.435878	204.4871558
Friction pressure Drop [psi]	1656.435878	204.4871558
Pipe Velocity [m/s]	25.94558814	14.64802052
Reynolds Number	8277167.488	924529.6124

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Finalmente la presente tabla muestra un resumen de las temperaturas requeridas a la salida de los calentadores para lograr cumplir las temperaturas establecidas. Estas temperaturas nos permitirán calcular la carga térmica de los calentadores.

Tabla 54: Resumen de resultados

ESCE.	RESULTADOS						
	P ent.	T ent.	Q ent.	T. salid. Cal. 1	T. salid.cal. 2	T. salid. Reg. 1	T. salid.Reg. 2
	(barg)	(°C)	(MMSCFD)	°C	°C	°C	°C
N°1	65	30	43.7	29.23	5.51	5.967	-3.586
N°2	135	9	43.7	54.66	23.05	7.48	15
N°3	65	9	43.7	30.53	23.06	7.48	15
N°4	135	9	21.85	54.66	23.05	7.48	15

De acuerdo a los resultados obtenidos podemos concluir que los diámetros seleccionados cumplen los requerimientos de velocidad, ya que en ningún caso sobrepasaron los límites de velocidad erosional y la velocidad recomendada de 20 m/seg. De esta manera queda comprobada la selección.

5.9.1. Determinación de la carga térmica de los calentadores

La evaluación de máxima demanda de energía para los calentadores del City Gate consiste básicamente en determinar el calor que debe ser suministrado al gas mediante los calentadores, de tal forma que se pueda mantener la temperatura del gas por encima de la temperatura de formación de hidratos aún después de haber pasado el mismo por el sistema de regulación de presión, en donde se presenta una caída brusca de temperatura.

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 bien el escenario que valida el diseño de los intercambiadores indirectos debido a la máxima demanda de energía es el Escenario N° 2 y 3, la evaluación de la misma se realizó para los demás escenarios a modo de complementar el análisis del mismo a modo de complementar el análisis del mismo.

Tabla 55: Resultados térmicos escenario N°1

Heater		
Name	**CALENTADOR 1**	**CALENTADOR 2**
Duty [MMBtu/hr]	0	0
Pressure Drop [psi]	10.152639	7.251885

Tabla 56: Resultados térmicos escenario N°2

Heater		
Name	**CALENTADOR 1**	**CALENTADOR 2**
Duty [MMBtu/hr]	5.542698052	0.051278803
Pressure Drop [psi]	10.152639	7.251885

Tabla 57: Resultados térmicos escenario N°3

Heater		
Name	**CALENTADOR 1**	**CALENTADOR 2**
Duty [MMBtu/hr]	2.218924537	0.0513145
Pressure Drop [psi]	10.152639	7.251885

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 58: Resultados térmicos escenario N°4

Heater		
Name	**CALENTADOR 1**	**CALENTADOR 2**
Duty [MMBtu/hr]	2.77379761	0.051520113
Pressure Drop [psi]	10.152639	7.251885

De acuerdo a esto comprobamos que el escenario N°2 es el que mayor requerimiento tiene por parte de los calentadores, por lo cual se debe dimensionar los calentadores con esa carga.

Los calentadores indirectos de gas tendrán que tener una capacidad de por lo menos 5.6 MMBtu/Hr y 43.7 MMSCFD.

Los calentadores a Gas tendrán que tener una capacidad de por lo menos 0.06 MMBtu/Hr y 1.7 MMSCFD.

5.10. CARACTERÍSTICAS DE LAS TUBERÍAS A EMPLEAR

De acuerdo a la norma ASME B31.8 la presión de prueba para instalaciones de gas en alta presión debe ser del 50% más de la presión de operación, entonces tendríamos:

Para alta presión:

- Presión de operación: 135 barg
- Presión de prueba: 202.5 barg

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

De acuerdo a esto y siguiendo las recomendaciones descritas en las normas y en el marco teórico se seleccionara para la entrada al City Gate una tubería API 5L GR X52M PSL2.

El grado se seleccionó de la siguiente tabla extraída de la norma API:

Grafico 26: Selección material tubería de alta presión (8")

Table 6C (Continued)—Plain-end Line Pipe Dimensions, Weights per Unit Length, and Test Pressures for Sizes $6^5/_8$ through 80 (U.S. Customary Units)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)		(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
Size	Specified Outside Diameter D (in.)	Specified Wall Thickness t (in.)	Plain-end Weight per Unit Length w_{pe} (lb/ft)	Calculated Inside Diameter[a] d (in.)		Minimum Test Pressure (psi)[b] Grade A	Grade B	Grade X42	Grade X46	Grade X52	Grade X56	Grade X60	Grade X65	Grade X70	Grade X80
$8^5/_8$	8.625	0.375	33.07	7.875	Std.	1570	1830	2740	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1960	2280	2740	3000	3390	3650	3910	4240	4570	5220
$8^5/_8$	8.625	0.438	38.33	7.749	Std.	1830	2130	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2290	2670	3200	3500	3960	4270	4570	4950	5330	6090
$8^5/_8$	8.625	0.500	43.43	7.625	Std.	2090	2430	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2610	2800	3650	4000	4520	4870	5220	5650	6090	6960
$8^5/_8$	8.625	0.562	48.44	7.501	Std.	2350	2740	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000

La presión de selección es 202.5 barg, que en psi es 2976.5, se selecciona la inmediata superior que corresponde al Schedule seleccionado antes (sch 80, espesor de 0.5").

Se selecciona el nivel de especificación 2 porque posee un rango de acción que será superior incluso a la presión seleccionada. Si se hubiese seleccionado un PSL1 se estaría trabajando al límite de la tubería y para hacer segura la instalación se tendría que incrementar el Schedule.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

La tubería que viene desde la conexión con TGP es una API 5L GR70M PSL2. Esta es la especificación que utiliza TGP y pide para realizar la conexión con el gasoducto de camisea. Debido a esto se mencionara en el piping class una especificación para este tramo de tubería aunque no sea parte del diseño.

Para media presión

- Presión de operación: 19 barg
- Presión de prueba: 28.5 barg

De acuerdo a esto y siguiendo las recomendaciones comunes se seleccionara para las líneas de media presión una tubería A-106 GR B /A-53 GRB / API 5L GR B, debido a que sus propiedades mecánicas son muy parecidas, al punto de ser considerados equivalentes. El grado se seleccionó de las siguientes tablas extraídas de la norma API para 2 y 10 pulgadas:

Grafico 27: Selección material tubería de media presión (2")

SPECIFICATION FOR LINE PIPE 41

Table 6B —Plain-end Line Pipe Dimensions, Weights per Unit Length, and Test Pressures for Sizes $2^3/_8$ through $5^9/_{16}$ (U.S. Customary Units)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)		(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
	Specified Outside Diameter	Specified Wall Thickness	Plain-end Weight per Unit Length	Calculated Inside Diameter[a]		Minimum Test Pressure (psi)[b]										
Size	D (in.)	t (in.)	w_{pe} (lb/ft)	d (in.)		Grade A25	Grade A	Grade B	Grade X42	Grade X46	Grade X52	Grade X56	Grade X60	Grade X65	Grade X70	Grade X80
$2^3/_8$[c]	2.375	0.083	2.03	2.209	Std.	600	1260	1470	1760	1930	2180	2350	2520	2730	2940	—
					Alt.	—	1570	1830	2200	2410	2730	2940	3150	3410	3670	—
$2^3/_8$[c]	2.375	0.109	2.64	2.157	Std.	800	1650	1930	2310	2530	2860	3000	3000	3000	3000	—
					Alt.	—	2070	2410	2890	3170	3580	3860	4130	4470	4820	—
$2^3/_8$[c]	2.375	0.125	3.01	2.125	Std.	1000	1890	2210	2650	2910	3000	3000	3000	3000	3000	—
					Alt.	—	2370	2500	3320	3630	4110	4420	4740	5130	5530	—
$2^3/_8$[c]	2.375	0.141	3.37	2.093	Std.	1000	2140	2490	2990	3000	3000	3000	3000	3000	3000	—
					Alt.	—	2500	2500	3740	4100	4630	4990	5340	5790	6230	—
$2^3/_8$	2.375	0.154	3.66	2.067	Std.	1000	2330	2500	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	—
					Alt.	—	2500	2500	4090	4470	5060	5450	5840	6320	6810	—
$2^3/_8$	2.375	0.172	4.05	2.031	Std.	1100	2500	2500	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	—

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Grafico 28: Selección material tubería de media presión (10")

Table 6C (Continued)—Plain-end Line Pipe Dimensions, Weights per Unit Length, and Test Pressures for Sizes $6^5/_8$ through 80 (U.S. Customary Units)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)		(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
						Minimum Test Pressure (psi)[b]									
Size	Specified Outside Diameter D (in.)	Specified Wall Thickness t (in.)	Plain-end Weight per Unit Length w_{pe} (lb/ft)	Calculated Inside Diameter[a] d (in.)		Grade A	Grade B	Grade X42	Grade X46	Grade X52	Grade X56	Grade X60	Grade X65	Grade X70	Grade X80
$8^5/_8$	8.625	1.000	81.51	6.625	Std.	2800	2800	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	2800	2800	7260	7260	7260	7260	7260	7260	7260	7260
$10^3/_4$[c]	10.750	0.156	17.67	10.438	Std.	520	610	1040	1130	1280	1380	1480	1600	1730	1970
					Alt.	650	760	1040	1130	1280	1380	1480	1600	1730	1970
$10^3/_4$[c]	10.750	0.188	21.23	10.374	Std.	630	730	1250	1370	1550	1660	1780	1930	2080	2380
					Alt.	790	920	1250	1370	1550	1660	1780	1930	2080	2380
$10^3/_4$[c]	10.750	0.203	22.89	10.344	Std.	680	790	1350	1480	1670	1800	1930	2090	2250	2570
					Alt.	850	990	1350	1480	1670	1800	1930	2090	2250	2570
$10^3/_4$	10.750	0.219	24.65	10.312	Std.	730	860	1450	1590	1800	1940	2080	2250	2420	2770
					Alt.	920	1070	1450	1590	1800	1940	2080	2250	2420	2770
$10^3/_4$	10.750	0.250	28.06	10.250	Std.	840	980	1660	1820	2060	2210	2370	2570	2770	3000
					Alt.	1050	1220	1660	1820	2060	2210	2370	2570	2770	3160
$10^3/_4$	10.750	0.279	31.23	10.192	Std.	930	1090	1850	2030	2290	2470	2650	2870	3000	3000
					Alt.	1170	1360	1850	2030	2290	2470	2650	2870	3090	3530
$10^3/_4$	10.750	0.307	34.27	10.136	Std.	1030	1200	2040	2230	2520	2720	2910	3000	3000	3000
					Alt.	1290	1500	2040	2230	2520	2720	2910	3160	3400	3880
$10^3/_4$	10.750	0.344	38.27	10.062	Std.	1150	1340	2280	2500	2830	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1440	1680	2280	2500	2830	3050	3260	3540	3810	4350
$10^3/_4$	10.750	0.365	40.52	10.020	Std.	1220	1430	2420	2660	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	1530	1780	2420	2660	3000	3230	3460	3750	4040	4620

En este caso la presión a superar es de 28.5 barg, que serían 418.95 psi. Se podría escoger un grado de material A o A25 (solo para 2") o se podría reducir el espesor de la pared de la tubería (schedule), pero lo más común en el mercado son las tuberías de grado B, y sería poco efectivo crear una especificación por separado para líneas que van a soportar la misma presión. Por este motivo se creara solo una especificación en base a los materiales ya descritos por ser de fácil acceso.

Para baja presión tenemos:

- Presión de operación: 4 barg
- Presión de prueba: 6 barg

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

De acuerdo a esto y por las mismas razones que en media presión se seleccionara para las líneas de baja presión una tubería A-106 GR B /A-53 GRB / API 5L GR B.

Grafico 29: Selección material tubería de baja presión (4")

Table 6B (Continued)—Plain-end Line Pipe Dimensions, Weights per Unit Length, and Test Pressures for Sizes $2^3/_8$ through $5^9/_{16}$ (U.S. Customary Units)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)		(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
	Specified Outside Diameter	Specified Wall Thickness	Plain-end Weight per Unit Length	Calculated Inside Diameter[a]		Minimum Test Pressure (psi)[b]										
Size	D (in.)	t (in.)	w_{pe} (lb/ft)	d (in.)		Grade A25	Grade A	Grade B	Grade X42	Grade X46	Grade X52	Grade X56	Grade X60	Grade X65	Grade X70	Grade X80
$4^1/_2$	4.500	0.172	7.96	4.156	Std.	—	1380	1610	1930	2110	2390	2570	2750	2980	3000	3000
					Alt.	—	1720	2010	2410	2640	2980	3210	3440	3730	4010	4590
$4^1/_2$	4.500	0.188	8.67	4.124	Std.	1200	1500	1750	2110	2310	2610	2810	3000	3000	3000	3000
					Alt.	—	1880	2190	2630	2880	3260	3510	3760	4070	4390	5010
$4^1/_2$	4.500	0.203	9.32	4.094	Std.	—	1620	1890	2270	2490	2810	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	—	2030	2370	2840	3110	3520	3790	4060	4400	4740	5410
$4^1/_2$	4.500	0.219	10.02	4.062	Std.	1200	1750	2040	2450	2690	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	—	2190	2560	3070	3360	3800	4090	4380	4750	5110	5840
$4^1/_2$	4.500	0.237	10.80	4.026	Std.	1200	1900	2210	2650	2910	3000	3000	3000	3000	3000	3000
					Alt.	—	2370	2770	3320	3630	4110	4420	4740	5140	5530	6320

En este caso la resistencia de la tubería sobrepasa por mucho los requerimientos de tensión, pero como ya se calculó antes el diámetro debe ser de 4". Se selecciona el grado B por ser más comercial que los otros.

5.10.1. Selección de accesorios

La selección de accesorios para las tuberías incluye la selección adecuada me todos los fittings, válvulas, pernos, bridas, empaques y demás que se requiera para la instalación y correcto funcionamiento del sistema de tuberías.

Basados en las normas de materiales y fabricación de accesorios los fabricantes de estos productos han desarrollado tablas de compatibilidad de materiales para

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

simplificar la selección de estos. Además se tiene en cuanta que de acuerdo a la selección de tuberías, los materiales para accesorios del grupo 1.1 de la norma ASME B16.5 son compatibles con las tuberías seleccionadas. En la NTP 111.010 también se determina que materiales se emplearan en cada caso. De esta manera se presenta a continuación algunas tablas de fabricantes y se completan con un extracto de los materiales de la clasificación 1.1 de la norma.

De acuerdo a estas tablas se define que:

Los fittings para las tuberías API 5L GR X52M PSL2 serán de acero al carbono ASTM A860 WPHY52, dimensionado de acuerdo a la norma ASME B16.9, con bordes biselados y de Schedule de acuerdo a la norma ASME B16.25 según corresponda.

Grafico 30: Tablas para selección de materiales de accesorios

ESPECIFICACION DE MATERIALES Y TABLA DE COMPATIBILIDAD*

TIPO	BASE	COMERCIAL	SAE	ASTM						CLASE AWS / ASME		
	MATERIAL BASE	NOMBRE COMERCIAL	NUMERO UNS	TUBERIA	PLACA	FORJADOS (Bridas, Válvulas)	CONEXIONES BUTT WELD	FUNDIDO (Válvulas de acero fundico)	TUBING	Electrodos para soldado (SMAW)	Varillas TIG	Número "P" ASME
Carbon Steels	CARBON STEELS Iron + Carbon	Carbon Steel	K02801	A-53	A-285	A-181	A-234 WPB	A-216 WCB	A-161	E-6010	ER-70S-5	1
			K01800	A-106 B	A-515	A-105			A-178	E-6010	ER-70S-2	
			K02100		A-516				A-179	E-6010	ER-70S-5	
			K03005	API-5L	A-283				A-192, A-210	E-7018	ER-70S-5	
		Low Temp Steel	K03008	A-333 Gr 1-6	A-516	A-350 LF2	A-420 WPL 1/6	A-352 LCB	A-214	E-7018	ER-70S-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

Lista de equivalencias de materiales

Tubo / Pipes	Accesorios / Fittings	Bridas / Flanges	Chapas / Plate	Válvulas / Valves	Espárragos / Bolts	Tuercas / Nuts	Nombre comercial/ Trade name	Abreviatura / Short name
API 5L B	A234 WPB	A105/N						StE 240,7
API 5L X42	A860 WPHY42	A694 F42						StE 290,7
API 5L X46	A860 WPHY46	A694 F46						StE 3207
API 5L X52	A860 WPHY52	A694 F52						StE 360,7
API 5L X56		A694 F56						StE 385,7
API 5L X60	A860 WPHY60	A694 F60						StE 415,7

Table 1 Material Specification List: Applicable ASTM Specification

GROUP 1 MATERIALS

Material Group No.	Nominal Designation	Forgings		Castings		Plates		Bars		Tubular	
		Spec. No.	Grade	Spec. No.	Grade	Spec. No.	Grade	Spec. No.	Grade	Spec. No.	Grade
1.1	C–Si	A 105		A 216	WCB	A 515	70	A 105			
	C–Mn–Si	A 350	LF2			A 516	70	A 350	LF2	A 672	C 70
						A 537	Cl. 1	A 696	C	A 672	B 70
	3½Ni	A 350	LF3					A 350	LF3		
	C–Mn–Si–V	A 350	LF6 Cl. 1					A 350	LF6 Cl. 1		

Los fittings para las tuberías A 106 GR B / A 53 GR B / API 5L GR B serán de acero al carbono ASTM A234 GR WPB, dimensionados de acuerdo a la norma ASME B16.9, con bordes biselados y de Schedule de acuerdo a la norma ASME B16.25 según corresponda.

Las bridas para tuberías API 5L GR X52M PSL2 serán de acero al carbono ASTM A-350 GR.LF6 CL2, con cuello soldable, de cara plana y extremo bridado.

Las bridas para tuberías A 106 GR B / A 53 GR B / API 5L GR B serán de acero al carbono ASTM A-105, con cuello soldable, de cara plana y extremo bridado.

Las válvulas para las tuberías API 5L GR X52M PSL2 serán del mismo material que las bridas o uno de mejor calidad (A-552 es permitido) .

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Las válvulas para las tuberías A 106 GR B / A 53 GR B / API 5L GR B serán del mismo material que las bridas o uno similar, pudiendo utilizarse un ASTM A 216 en reemplazo, como lo permite la norma.

Los pernos o espárragos utilizados para tuberías API 5L GR X52M PSL2 serán de acero ASTM A-320 GR. L7 / ASTM A 194 GR. 7L

Los pernos o espárragos utilizados para tuberías A 106 GR B / A 53 GR B / API 5L GR B serán ASTM A-193 GR. B7 / ASTM A 194 GR. 2H por recomendación de los fabricantes de las bridas y válvulas.

Los empaques (gasket) serán de acuerdo al requerimiento de cada tubería, pudiendo ser de asbesto o espirometalicos dependiendo de la presión de operación. Estos deben cumplir las dimensiones de la norma ASME B16.5. Los materiales serán hierro y acero inoxidable.

Las uniones soldadas como weldolets, sockolets o threadolts se consideran fittings en todo momento, debiendo ser del mismo material seleccionado anteriormente. De no poderse encontrar dicho material se recomienda emplear en su defecto y en caso último el material de las bridas seleccionado para cada tipo de tubería.

Para las uniones o derivaciones de instrumentos se acepta emplear acero al carbono ASTM A-333 en los tramos rectos. La uniones se harán con los fittings correspondientes.

5.10.2. Desarrollo de Piping Class

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 el desarrollo de cualquier proyecto que implique el diseño e instalación de un sistema de tuberías se debe desarrollar un manual donde se encuentren las especificaciones de cada tipo de tubería de acuerdo al servicio de las mismas. Este documento de carácter técnico se conoce como "Piping Class" o clase de materiales, donde se resume los materiales que se emplean en el proyecto y se les asigna un código al tipo de especificación para poder simplificar la elaboración y lectura de los planos de tuberías.

El piping class del City Gate se resume entonces a dos especificaciones en concreto, como se definió anteriormente. la especificación es independiente del tipo de diámetro de la línea, ya que incluye a todos los diámetros que se emplearan en la instalación. Al ser este un documento en su totalidad técnico y extraído de normas internacionales, su escritura siempre se realiza en el idioma nativo de la especificación (ingles) para no tergiversar la información en la traducción.

Este documento incluye además la referencia de las normas que emplea y es aquí donde se da una descripción más detallada de válvulas y otros elementos. El documento completo entonces se encuentra en el Anexo N°6 del presente proyecto.

5.11. LISTADO DE LÍNEAS DE PROCESO

Después de seleccionar los diámetros adecuados para la instalación se elaboró el listado de líneas codificado con el que se podrá interpretar los planos y diagramas futuros del sistema de tuberías.

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

Tabla N° 59: Listado de líneas de proceso

DIÁMETRO NOMINAL	SERVICIO	PROYECTO	ESPECIFICACIÓN	CORROSIÓN PERMITIDA	TIPO DE AISLAMIENTO	CONSECUTIVO	SERVICIO	ORIGEN	DESTINO	CONDICIONES DE OPERACIÓN				CONDICIONES DE DISEÑO		P&ID
										TEMPERATURA MÍNIMA	TEMPERATURA MÁXIMA	PRESIÓN MÍNIMA	PRESIÓN MÁXIMA	TEMPERATURA	PRESIÓN	
8	GAP	CGC	A2A1	1/8"	SP	1	Gas de alta presión	Derivación del gasoducto Camisea - Lima	8"-GAP-CGC-A2E1-SP-002	14	28	65	135	50	150.4	FILTRACIÓN MEDICIÓN, CAL. Y REG
8	GAP	CGC	A2E1	1/8"	SP	2	Gas de alta presión	8"-GAP-CGC-A2A1-SP-001	Filtro ciclónico CGC-FC-201/202 8"-GAP-CGC-A2E1-SP-003	14	28	65	135	50	150.4	FILTRACIÓN MEDICIÓN, CAL. Y REG
8	GAP	CGC	A2E1	1/8"	SP	3	Gas de alta presión	Filtro ciclónico CGC-FC-201/202 8"-GAP-CGC-A2E1-SP-002	Filtro separador CGC-FS-201/202 8"-GAP-CGC-A2E1-SP-004	114	28	65	135	50	150.4	FILTRACIÓN MEDICIÓN, CAL. Y REG
8	GAP	CGC	A2E1	1/8"	SP	4	Gas de alta presión	Filtro separador CGC-FS-201/202 8"-GAP-CGC-A2E1-SP-003	Unidad de medición CGC-UM-201	14	28	65	135	50	150.4	FILTRACIÓN MEDICIÓN, CAL. Y REG
8	GAP	CGC	A2E1	1/8"	SP	5	Gas de alta presión	Unidad de medición CGC-UM-201	Calentador de gas CGC-CL-201/202, 8"-GAP-CGC-A2E1-HC-006	14	28	65	135	50	150.4	FILTRACIÓN MEDICIÓN, CAL. Y REG
8	GAP	CGC	A2E1	1/8"	SP	6	Gas de alta presión	Calentador de gas CGC-CL-201/202, 8"-GAP-CGC-A2E1-HC-006	10"-GMP-CGC-A5I1-SP-051 Salida de PV-2501/02	29.23	54.66	65	135	50	150.4	FILTRACIÓN MEDICIÓN, CAL. Y REG
10	GMP	CGCC	A5L1	1/8"	SP	51	Gas de media presión	10"-GMP-CGC-A5I1-SP-051 Salida de PV-2501/02	1"-GSI-CGC-A5I1-SP-201 2"-GMP-CGC-A5l1-SP-052 Sistema de distribución red de acero	7.48	7.48	19	19	50	19.2	GAS A RED DE ACERO
2	GMP	CGCC	A5L1	1/8"	SP	52	Gas de media presión	10"-GMP-CGC-A5I1-SP-051	Unidad de medición CGC-UM-501 2"-GMP-CGC-A5I1-SP-053	7.48	7.48	19	19	50	19.2	GAS A RED DE POLIETILENO GAS A RED DE ACERO
2	GMP	CGCC	A5L1	1/8"	SP	53	Gas de media presión	Unidad de medición CGCH-UM-501 2"-GMP-CGC-A5I1-SP-052	Calentador de gas CGCH-CL-501	7.48	7.48	19	19	50	19.2	GAS A RED DE POLIETILENO GAS A RED DE ACERO
2	GMP	CGCC	A5L1	1/8"	SP	54	Gas de media presión	Calentador de gas CGC-CL-501	4"-GBP-CGC-A5I1-SP-101 Salida de PCV-5502/04	23.06	23.06	19	19	50	19.2	GAS A RED DE POLIETILENO GAS A RED DE ACERO
4	GBP	CGCC	A5L1	1/8"	SP	101	Gas de baja presión	2"-GMP-CGC-A5I1-SP-054 Salida de PCV-5502/04	Sistema de distribución red de polietileno	15	15	4	4	50	19.2	GAS A RED DE POLIETILENO GAS A RED DE ACERO
2	GSI	CGCC	A5L1	1/8"	SP	201	Gas combustible	10"-GMP-CGC-A5I1-SP-051	Generadores	7.48	7.48	19	19	50	19.2	TODOS
3	CND	CGCC	A5L1	1/8"	SP	151	Condensados	Filtro separador CGC-FS-201/202	Tambor de condensados CGC-DR-501	14	28	1	1	50	-	TODOS
3	CND	CGCC	A5L1	1/8"	SP	152	Condensados	Tambor de condensados CGC-DR-501	Sistema de desocupación	14	28	1	1	50	-	TODOS

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

5.12. EQUIPAMIENTO

El equipamiento del City Gate está referido a todos los equipos que forman parte de la instalación. A continuación se presentan las fichas técnicas de cada equipo con las características mínimas a cumplir.

5.12.1. Calentadores de gas

Tabla 60: Ficha técnica calentadores de gas

FICHA TÉCNICA CALENTADORES DE GAS					
UBICACIÓN: CITY GATE			TAG: CGC-CL-201/202		
SERVICIO: CALEFACCIÓN DE GAS			TIPO: FUEGO INDIRECTO/BAÑO AGUA/TIRO NATURAL		
DATOS OPERATIVOS					
FLUIDO A CALENTAR	**GAS NATURAL**		TEMP. ENTRADA GAS	9 /30	°C
CAUDAL	43.7	MMSCFD	TEMP. SALIDA GAS	29.23 / 54.66	°C
PRESIÓN DE DISEÑO	150.4	barg	TEMPERATURA DISEÑO	60	°C
PRESIÓN DE OPERACIÓN	65 - 135	barg	CAPACIDAD TÉRMICA	5600000	Btu/hr

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

DATOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN				
	UNIDADES	**CUERPO**	**TUBO DE FUEGO**	**SERPENTÍN**
CÓDIGO	NA	-	API-12K	ASME B31.8
TIPO	NA	Cilíndrico	Tiro natural	
PRESIÓN DE TRABAJO	barg	Atmosférica		65 - 135
PRESIÓN DE DISEÑO	barg	1 a 2		150.4
PRESIÓN DE PRUEBA HIDROSTÁTICA	barg	1.5 P. diseño		1.5 P. diseño
TEMPERATURA DE TRABAJO	°C	Por proveedor		9 - 54.66
TEMPERATURA DE DISEÑO	°C	Por proveedor		60
SOBRE ESPESOR POR CORROSIÓN	mm	3.2		3.2
RADIOGRAFIADO/EFIC. JUNTAS	NA	SPOT / 0.85		100 % / 0.99
MÁXIMA CAÍDA DE PRESIÓN	barg	NA		0.7
AISLAMIENTO TÉRMICO EXTERNO	NA	SI		NA
INSTRUMENTACIÓN MÍNIMA REQUERIDA	- Un (1) Indicador - transmisor de Nivel (Baño de Agua)			
	- Un (1) Indicador - transmisor de Temperatura (Baño de Agua)			
	- Una (1) Válvula de Alivio Térmico - Lado tubos			
	- Detectores UV (Tubo de Fuego)			
	- Burner Managment System			

ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES			
CUERPO	A-516 Gr. 70	CABEZAS	A-516 Gr. 70
TUBO DE FUEGO	A-53 Gr. B	SERPENTÍN	POR FABRICANTE
CHIMENEA	A-53 Gr. B	BRIDAS CUERPO	A-105
BRIDA SERPENTÍN	A-350 LF6	TUERCAS	A-194 2H
ESPÁRRAGOS	A-193 B7	COUPLING	A-105
CUELLOS	A-106 Gr. B		

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

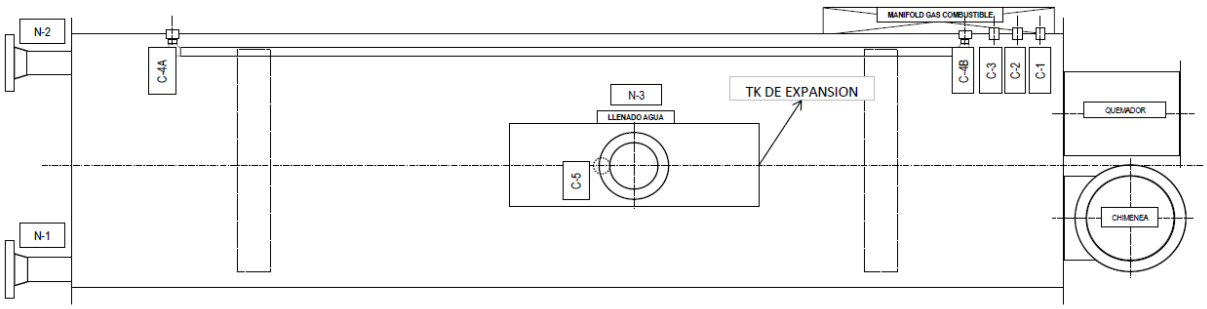
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

LISTADO DE CONEXIONES					
ITEM	CANT.	DIAM.	DESCRIPCIÓN	TIPO	RATING
N-1	1	8"	ENTRADA DE GAS	WN RTJ	900
N-2	1	8"	SALIDA DE GAS	WN RTJ	900
N.3	1	2"	LLENADO	COUP	PROVEEDOR
C-1	1	POR PROVEEDOR	IND. TEMP.	POR PROVEEDOR	POR PROVEEDOR
C-2	1		CONTROL. TEMP.		
C-3	1		TSH		
C-4A	1		PRECAL. GAS		
C-4B	1		PRECAL. GAS		
C-5	1		DRENAJE		
C-6	2		L.S.L. AGUA		

- El sistema de combustión - quemador debe cumplir con la NFPA 85.
- Deberán ser verificados por el Proveedor TODAS las medidas.

DIMENSIONAMIENTO APROXIMADO			
LARGO	8.2 m	ANCHO	3 m

ESQUEMA



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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

5.12.2. Calentador a gas

Tabla 61: Ficha técnica calentadores a gas

FICHA TÉCNICA CALENTADORES DE GAS					
UBICACIÓN: CITY GATE			TAG: CGC-CL-501		
SERVICIO: CALENTAMIENTO DE GAS A SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN			TIPO: CALDERA + INTERCAMBIADOR		
DATOS OPERATIVOS					
FLUIDO A CALENTAR	**GAS NATURAL**		TEMP. ENTRADA GAS	5.96 / 7.48	°C
CAUDAL	1.68	MMSCFD	TEMP. SALIDA GAS	23.05 / 23.06	°C
PRESIÓN DE DISEÑO	19.2	barg	TEMPERATURA DISEÑO	60	°C
PRESIÓN DE OPERACIÓN	19	barg	CAPACIDAD TÉRMICA	60000	Btu/ hr

DATOS DIMENSIONALES				
CALDERA	Alto =	1550 mm	Diam=	770 mm
INTERCAMBIADOR	POR FABRICANTE			

DATOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN			
	UNIDADES	**CALDERA**	**INTERCAMBIADOR**
CÓDIGO	NA	ASME Section I	API 660
TIPO	NA	HUMOTUBULAR	CARCASA - TUBOS
PRESIÓN DE TRABAJO	barg	Por proveedor	19
PRESIÓN DE DISEÑO	barg	Por proveedor	19.2
PRESIÓN DE PRUEBA HIDROSTÁTICA	barg	1.5 P. diseño	1.5 P. diseño
TEMPERATURA DE	°C	Por proveedor	5.95 - 7.48

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

TRABAJO			
TEMPERATURA DE DISEÑO	°C	Por proveedor	Por proveedor
SOBRE ESPESOR POR CORROSIÓN	mm	3.2	3.2
RADIOGRAFIADO/EFIC. JUNTAS	NA	SPOT / 0.85	100 % / 0.99
MÁXIMA CAÍDA DE PRESIÓN	barg	NA	0.2
AISLAMIENTO TÉRMICO EXTERNO	NA	SI	NA
INSTRUMENTACIÓN MÍNIMA REQUERIDA	- Dos (2) Indicador - Transmisor de temperatura (Entrada/Salida)		
	- Dos (2) Indicador - Transmisor de presión (Entrada/Salida)		
	- Un (1) Controlador de temperatura salida del gas		

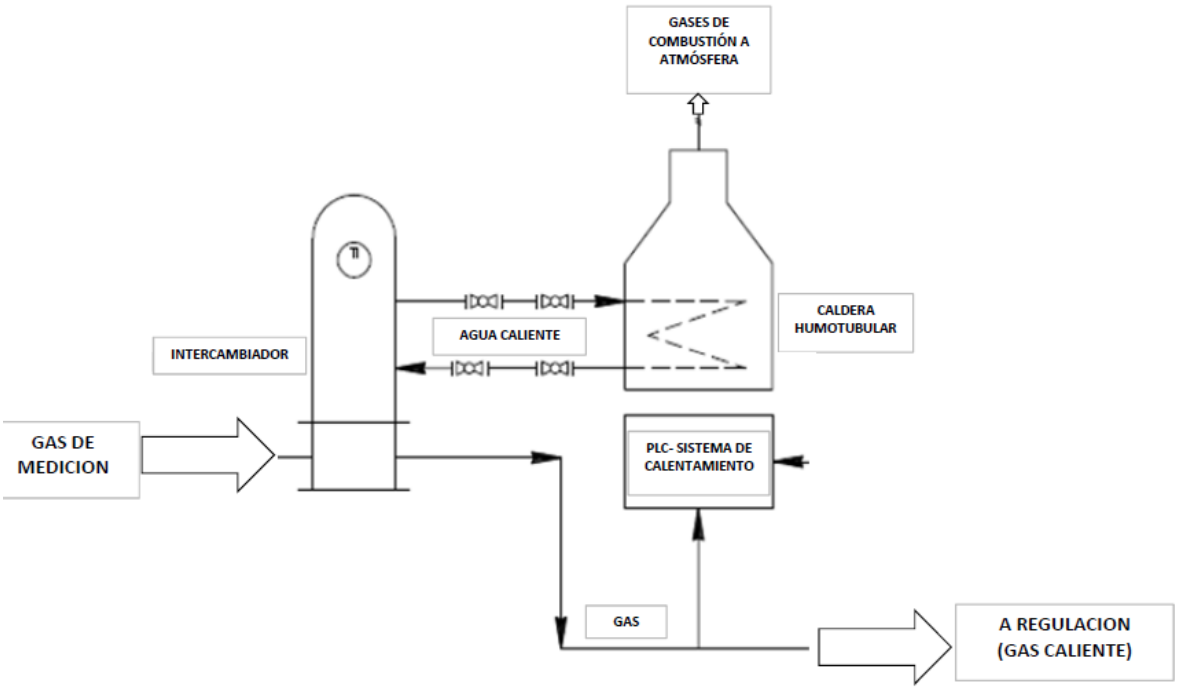
- La instrumentación y controles serán suministrados y diseñados por el fabricante
- El diseño final (Proceso, Mecánico y estructural) estará a cargo del fabricante.
- El equipo está compuesto por una caldera homotubular y un intercambiador de carcasa y tubos
- El sistema de combustión - quemador debe cumplir con la NFPA 85.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ESQUEMA



5.12.3. Sistema de odorización

5.12.3.1. Bomba de inyección de odorante

El Sistema de Odorización de inyección líquida debe suministrar, a través de una BOMBA DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO, el odorante líquido a la corriente de gas. Usada para inyectar proporcionalmente el odorante por unidad determinada de volumen. Este tipo de odorización debe proporcionar una inyección positiva de odorante y poder odorizar los volúmenes de gas especificados.

5.12.3.2. Tanque de almacenamiento de odorante

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Los recipientes deben ser fabricados bajo código ASME Sección VIII División 1. Se deben usar recipientes de almacenamiento a baja presión (máximo 30 psig) ya que el odorante no estará conectado directamente a la línea principal del gas, lo que ayuda a reducir el costo total del sistema de inyección.

El sistema al ser diseñado paralelo a la línea principal de gas, en vez de como circuito de presión, debe evitar que las impurezas del gas, como son los destilados, entren en contacto con el odorante almacenado y los contenedores de alimentación.

El tanque de abastecimiento de odorante debe tener capacidad para entregar odorante durante tres meses a la máxima rata de flujo de gas establecida.

5.12.3.3. Instrumentación

La unidad paquete contará con un controlador autónomo que realizará las funciones de control y protección de la unidad. Todas las señales de instrumentación deberán entregarse cableadas a dicho controlador de manera que puedan ser llevadas al sistema de control del correspondiente City Gate.

El controlador que se usa con el sistema de odorización detecta la señal enviada por el elemento de medición y proporciona un pulso de salida basado en la rapidez de inyección deseada y en los parámetros de entrada definidos por el operador. La salida puede ser una señal o impulso eléctrico o neumático. Un impulso electrónico podría abrir momentáneamente un solenoide, liberando la

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

presión que se usa para accionar la bomba o podría variar la velocidad del motor para controlar la inyección de odorante.

Los sistemas odorizadores de inyección pueden controlarse siendo capaces de aceptar señales analógicas de 4 a 20 mA, neumáticas, de comunicaciones vía Modbus RTU, por pulsos o para cierre de contactos eléctricos, el mismo aparato de inyección debe poder usarse con cualquier tipo de señal de medición que esté disponible en el lugar de la instalación.

Los sistemas deben incorporar un interruptor automático para arrancar la bomba de reserva en caso de que se detecte una falla en la principal. El sistema debe incluir un contacto seco libre de potencial disponible que se active en caso de alarma para ser llevado al controlador principal de la estación.

Finalmente las condiciones para el sistema de odorizacion son las siguientes:

Tabla 62: Condiciones de diseño sistema odorizador

CONDICIONES DE DISEÑO		
PRESIÓN AGUAS ARRIBA	MÁXIMA	19.2
PRESIÓN AGUAS ABAJO	MÁXIMA	19.2
TEMPERATURA	50	°C
CONDICIONES DE OPERACIÓN		
PRESIÓN AGUAS ARRIBA	MÁXIMA	19
PRESIÓN AGUAS ABAJO	MÁXIMA	19
TEMPERATURA	7.48	°C
FLUJO DE GAS		
MÁXIMO	43.7	MMSCFD
MÍNIMO	1.68	MMSCFD

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Los requerimientos del equipo serán:

Tabla 63: Requerimientos sistema odorizador

FLUJO MÁXIMO	1.82	MMSCFH
FLUJO MÍNIMO	17500	SCFH
ODORANTE	80%	TBM
	20%	MES
DOSIFICACIÓN	15	mg/m3
TEMPERATURA	10 - 35	°C
ALMACENAMIENTO	20	gal
DIMENSIONES GENERALES	3.75 X 1.2 X 1.8	

5.12.4. Filtros Separadores

Tabla 64: Ficha técnica filtros separadores

DATOS DE DISEÑO Y OPERACIÓN		
SERVICIO	SEPARACIÓN DE SOLIDOS	
VOLUMEN NOMINAL	1	m3
CONDICIONES DE DISEÑO		
PRESIÓN INTERNA	150.4	barg
TEMPERATURA	50	°C
CONDICIONES DE OPERACIÓN		
PRESIÓN INTERNA	65 - 135	barg
TEMPERATURA	9 - 30	°C
FLUIDO DE OPERACIÓN	GAS NATURAL	
CAÍDA DE PRESIÓN	0.7	bar
FLUJO MÁXIMO	43.7	MMSCFD
CONTAMINANTES	Aceite lubricante	
	Condensador	
	Agua	
	Solidos	

GRANULOMETRÍA DEL GAS	
PPM (NORMAL)	0.054
PPM (MÁXIMO)	3
COMPOSICIÓN	60 % Fe
TAMAÑO PARTÍCULAS	33 - 833 micras

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

DATOS DE CONSTRUCCIÓN			
CÓDIGO	ASME Sect. VIII, Div 1		
CABEZAL IZQUIERDO	ELIPSOIDAL	**CABEZAL DERECHO**	APERTURA RÁPIDA
CUERPO	CILÍNDRICO	**SOPORTE**	SILLETAS
ALTURA DE SOPORTES	1600 mm		
TOLERANCIA A CORROSIÓN	1/8"		
INSPECCIÓN RADIOGRÁFICA	100%		
EFICIENCIA JUNTAS	100%		
PRUEBA HIDROSTÁTICA	SI		

MATERIALES	
CABEZA DERECHA	SA-516 GR 70
CABEZA IZQUIERDA	SA-516 GR 70
CUERPO	SA-516 GR 70
BOQUILLAS TUBO	SA-516 GR 70
ACCESORIOS	POR FABRICANTE
ESPÁRRAGOS	POR FABRICANTE
EMPAQUES	POR FABRICANTE
REFUERZOS	SA-516 GR 70
SOPORTES	SA-36
INTERNOS	SA-36

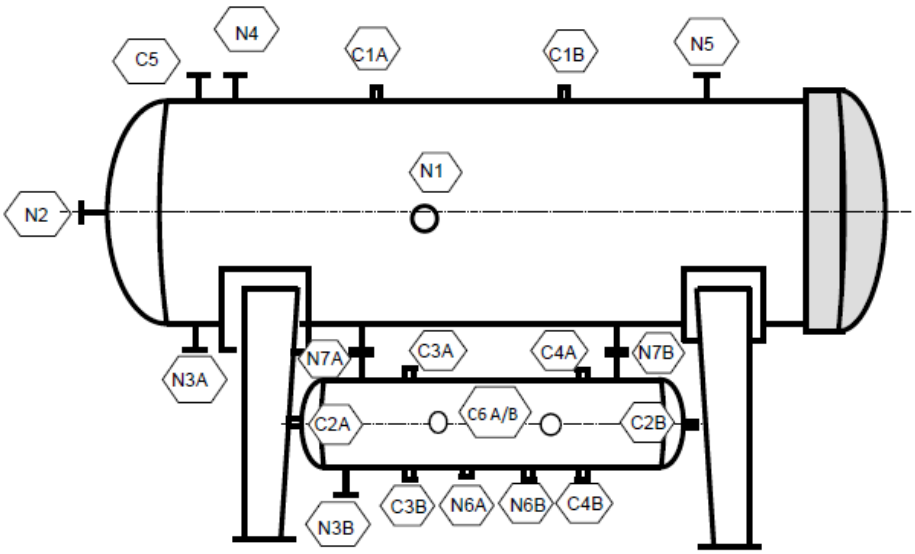
BOQUILLAS Y CONEXIONES				
N1	RECIBO DE GAS	1	8"	WN RTJ
N2	SALIDA DE GAS	1	8"	WN RTJ
N3 A/B	DRENAJE	2	FAB.	WN RTJ
N4	VENTEO	1	FAB.	WN RTJ
N5	VÁLVULA DE ALIVIO TÉRMICO	1	FAB.	WN RTJ
N6 A/B	SALIDA DE CONDENSADOS	2	3"	WN RTJ
N7 A/B	CONEXIÓN BOTA	2	FAB.	WN RTJ
C1 A/B	INDICADOR TRANSMISOR DE PRESIÓN	2	FAB.	NPT
C2 A/B	SWITCH NIVEL ALTO	2	FAB.	NPT
C3 A/B	INDICADOR DE NIVEL	2	FAB.	NPT
C4 A/B	INDICADOR DE NIVEL	2	FAB.	NPT
C5	TRANSMISOR INDICADOR DE PRESIÓN	1	FAB.	NPT
C6 A/B	SWITCH NIVEL BAJO	2	FAB.	NPT

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ESQUEMA



- Una de las cabezas del filtro debe ser 'Tapa de Apertura rápida' (quick opening closure o equivalente). El Fabricante definirá el material y seleccionará el tipo de Tapa.
- El medio filtrante debe estar en capacidad de retener partículas de diámetro mayor a cinco (5) micras. Debe ser diseñado y suministrado por El Fabricante.
- El equipo será entregado como un paquete, montado sobre 'Skid abierto'.
- La instrumentación y los controles que hacen parte de El Paquete, serán diseñados, seleccionados y suministrados por El Fabricante
- El Diseño Final (de Proceso y Mecánico Estructural) de la Unidad Paquete estará a cargo de El Fabricante quien verificará, revisará y/o modificará, si es necesario, el pre-diseño y dimensionamiento del equipo y elaborará la

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Ingeniería de Detalle y cumplirá con el suministro de acuerdo con la especificación No. DLY-SP-X-TS-009 de Filtros Separadores.

- El máximo nivel de ruido permisible emitido por el equipo a plena carga debe ser de 85 Db.

5.12.5. Filtros ciclónicos

Tabla 65: Ficha técnica filtros ciclónicos

DATOS DE DISEÑO Y OPERACIÓN		
SERVICIO	SEPARACIÓN DE SOLIDOS	
VOLUMEN NOMINAL	1	m3
CONDICIONES DE DISEÑO		
PRESIÓN INTERNA	150.4	barg
TEMPERATURA	50	°C
CONDICIONES DE OPERACIÓN		
PRESIÓN INTERNA	65 - 135	barg
TEMPERATURA	9 - 30	°C
FLUIDO DE OPERACIÓN	GAS NATURAL	
CAÍDA DE PRESIÓN	0.7	bar
FLUJO MÁXIMO	43.7	MMSCFD
CONTAMINANTES	Aceite lubricante	
	Condensador	
	Agua	
	Solidos	

GRANULOMETRÍA DEL GAS	
PPM (NORMAL)	0.054
PPM (MÁXIMO)	3
COMPOSICIÓN	60 % Fe
TAMAÑO PARTÍCULAS	33 - 833 micras

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

DATOS DE CONSTRUCCIÓN			
CÓDIGO	ASME Sect. VIII, Div 1		
CABEZAL INFERIOR	ELIPSOIDAL	**CABEZAL SUPERIOR**	APERTURA RÁPIDA
CUERPO	CILÍNDRICO	**SOPORTE**	FALDÓN
ALTURA DE SOPORTES	838 mm		
TOLERANCIA A CORROSIÓN	1/8"		
INSPECCIÓN RADIOGRÁFICA	100%		
EFICIENCIA JUNTAS	100%		
PRUEBA HIDROSTÁTICA	SI		

MATERIALES	
CABEZA SUPERIOR	SA-516 GR 70
CABEZA INFERIOR	SA-516 GR 70
CUERPO	SA-516 GR 70
BOQUILLAS TUBO	SA-516 GR 70
ACCESORIOS	POR FABRICANTE
ESPÁRRAGOS	POR FABRICANTE
EMPAQUES	POR FABRICANTE
REFUERZOS	SA-516 GR 70
SOPORTES	SA-36
INTERNOS	SA-36
PLATAFORMA	SA-36

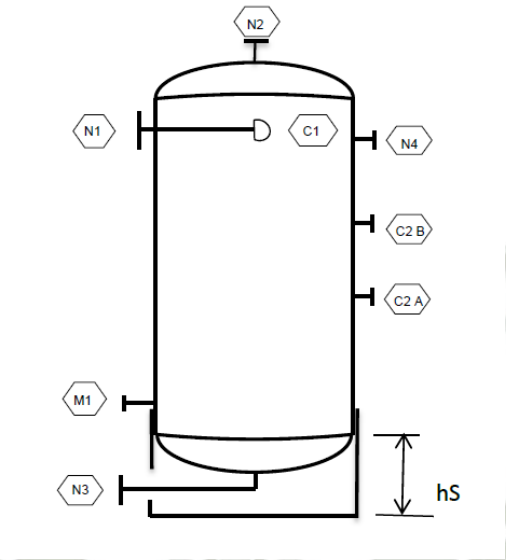
BOQUILLAS Y CONEXIONES				
N1	RECIBO DE GAS	1	8"	WN RTJ
N2	SALIDA DE GAS	1	8"	WN RTJ
N3	SALIDA SOLIDOS RECOLECTADOS	1	FAB.	WN RTJ
N4	VÁLVULA DE ALIVIO TÉRMICO	1	FAB.	WN RTJ
C1	INDICADOR DE PRESIÓN	1	FAB.	NPT
C2 B	SWITCH DE NIVEL (LSH)	1	FAB.	NPT
C2 A	SWITCH DE NIVEL (LSL)	1	FAB.	NPT
M1	MANHOLE	1	16" O 18"	WN RTJ

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ESQUEMA



- El máximo nivel de ruido permisible emitido por el equipo a plena carga es de 85 dB.
- El Fabricante debe suministrar La Unidad Paquete instalada sobre Skid, con dimensiones a definir por él.
- La vibración del equipo en operación no deberá sobrepasar los niveles de seguridad para preservar la integridad del equipo y su fundación. En ningún caso deberá alcanzar la frecuencia natural del mismo.
- El medio filtrante debe estar en capacidad de retener partículas de diámetro mayor a diez (10) micras. Debe ser diseñado y suministrado por El Fabricante.

5.12.6. Tambor de condensados

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 66: Ficha técnica tambor de condensados

DATOS DE DISEÑO Y OPERACIÓN		
DIÁMETRO	1.07	m
LONGITUD	2.74	m
VOLUMEN	720	GAL
CONDICIONES DE DISEÑO		
PRESIÓN INTERNA	4	barg
TEMPERATURA	50	°C
CONDICIONES DE OPERACIÓN		
PRESIÓN INTERNA	atm	barg
TEMPERATURA	9 - 30	°C
FLUIDO DE OPERACIÓN	GAS NATURAL	
CAÍDA DE PRESIÓN	0.7	bar
FLUJO MÁXIMO	43.7	MMSCFD
CONTAMINANTES	Agua	

DATOS DE CONSTRUCCIÓN			
CÓDIGO	ASME Sect. VIII, Div 1		
CABEZAL IZQUIERDO	ELIPSOIDAL	**CABEZAL DERECHO**	ELIPSOIDAL
CUERPO	CILÍNDRICO	**SOPORTE**	SILLETAS
ALTURA DE SOPORTES	1143 mm		
TOLERANCIA A CORROSIÓN	1/8"		
INSPECCIÓN RADIOGRÁFICA	100%		
EFICIENCIA JUNTAS	100%		
PRUEBA HIDROSTÁTICA	SI		

MATERIALES	
CABEZA SUPERIOR	SA-516 GR 70
CABEZA INFERIOR	SA-516 GR 70
CUERPO	SA-516 GR 70
BOQUILLAS TUBO	SA-516 GR 70
ACCESORIOS	POR FABRICANTE
ESPÁRRAGOS	POR FABRICANTE
EMPAQUES	POR FABRICANTE
REFUERZOS	SA-516 GR 70
SOPORTES	SA-36
INTERNOS	POR FABRICANTE
PLATAFORMA	SA-36

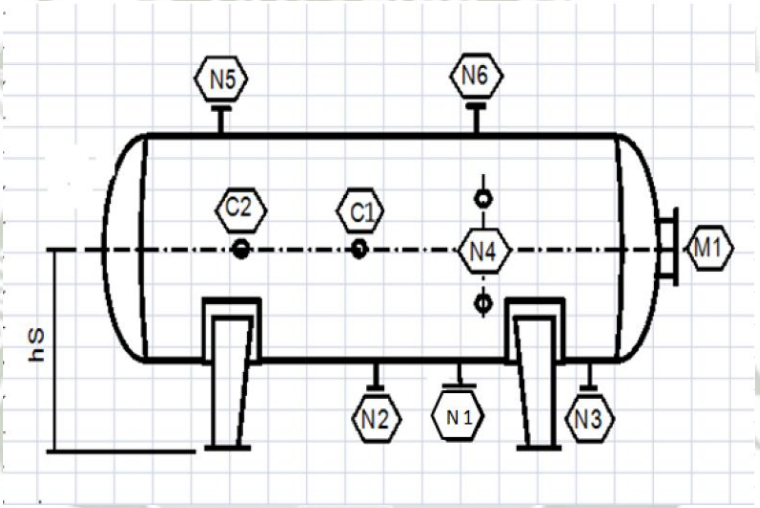
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

BOQUILLAS Y CONEXIONES				
N1	RECIBO DE CONDENSADOS	1	3"	RF
N2	DESCARGA DE CONDENSADOS	1	3"	RF
N3	DRENAJE	1	FAB.	RF
N4	INDICADOR DE NIVEL	2	FAB.	RF
N5	PSV	1	FAB.	RF
N6	TRANSMISOR DE NIVEL	1	FAB.	RF
C1	INDICADOR DE PRESIÓN	1	FAB.	NPT
C2	INDICADOR DE TEMPERATURA	1	FAB.	NPT
M1	MANHOLE	1	22" o 24"	RF

ESQUEMA



5.13. DISEÑO DE SOPORTES

5.13.1. Condiciones Para Dimensionar Soportes

El diseño de los soportes de tubería se realiza con base en los diseños de tubería elaborados, el tipo de estructuras existentes (perfiles y placas) teniendo en cuenta los equipos nuevos y existentes que serán implementados a futuro.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Los soportes de tubería serán diseñados, fabricados y montados de manera que sean completamente funcionales durante todos los modos de operación, incluyendo actividades de mantenimiento, remoción de válvulas, u otras.

Cuando se utilicen soportes comunes para varias tuberías el espacio entre soportes limite deberá ser el que se utiliza para la tubería de menor tamaño.

En esta sección se calculó los soportes para los diferentes diámetros de tuberías utilizados, por lo que se estandarizaron 5 tipos de soportes. Para la selección adecuada entonces el constructor deberá considerar lo siguiente:

- Diámetro de la tubería, peso y longitud.
- Posición del soporte.
- Dimensiones y tamaño de los accesorios del soporte y de la tubería a ser montada.

La localización de soportes de soportes depende de varias consideraciones tales como el tamaño de la tubería, la configuración del sistema, la concentración de cargas, la estructura disponible para soportar, la elevación de los tubos , la funcionalidad, etc.

En la siguiente tabla se muestra el espacio máximo sugerido entre soportes para tramos de tubería horizontales con base en una máxima flecha de 6 mm. Esta tabla no aplica cuando existen cargas concentradas como válvulas o accesorios pesados, debiendo reducirse la distancia y colocar soportes intermedios. Cuando existen cambios de dirección entre puntos de soportes es recomendable mantener una longitud sin soporte como máximo del 40% de la indicada en la tabla.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Los soportes deberán ser colocados cerca de las cargas concentradas de manera que se tenga el mínimo esfuerzo por flexión en la pared de la tubería. Donde se halle tuberías enterradas están no necesitaran ningún soporte debido a que están cubiertas por una capa de arena sobre la tierra donde se entierran para descargar los esfuerzos de manera distribuida.

La tabla N° 67 es útil para estimar el esfuerzo que soportaran los soportes en operación y durante las pruebas hidrostáticas respectivas.

5.13.2. Codificación de soportes

La codificación de soportes es la siguiente:

CGC – SP – XX –YY

Donde los dígitos XX y se expresan en la tabla N° 68:

Tabla 67: Peso y separación de tuberías de gas

MÁXIMO ESPACIO ENTRE SOPORTES PARA TRAMOS HORIZONTALES DE TUBERÍA									
NPS	SCH	DIAM EXT (mm)	ESPESOR DE PARED (mm)	MÁXIMA SEPARACIÓN ENTRE SOPORTES					
				TUBERÍA LLENA DE AGUA			TUBERÍA LLENA DE GAS		
				PESO (Kg/m)	PESO (N/m)	SEPARACIÓN (m)	PESO (Kg/m)	PESO (N/m)	SEPARACIÓN (m)
1/2"	160	21.34	4.75	2.95	29	3.0	2.15	21	3.0
3/4"	160	26.67	5.54	4.85	48	3.0	3.20	31	3.0
1"	160	33.40	6.35	6.70	66	3.0	4.7	46	3.0
1 1/2"	160	48.26	6.35	8.75	84	4.0	7.96	78	4.0
2"	STD/40	60.32	3.91	7.6	75	4.0	5.5	54	5.0
3"	STD/40	88.90	5.49	16.1	158	5.0	11.3	158	6.0
4"	STD/40	114.30	6.02	24.4	239	6.0	16.1	239	6.0
5"	STD/40	141.30	6.55	34.8	341	6.0	21.8	341	7.0
6"	STD/40	168.27	7.11	47.0	461	7.0	28.3	461	8.0
8"	STD/40	219.07	8.18	74.9	735	8.0	42.6	735	9.0
10"	STD/40	273.05	9.27	111.2	1091	9.0	60.3	1091	10.0
12"	40	323.85	10.30	146.9	1441	9.0	73.9	1441	11.0
14"	40	355.60	11.10	158.6	1556	9.0	68.0	1556	12.0
16"	40	406.40	12.70	237.4	2329	10.0	123.3	2329	12.0
18"	40	457.20	14.30	300.3	2946	11.0	156.0	2946	13.0
20"	40	508.00	15.10	362.9	3560	11.0	183.5	3560	14.0
24"	40	609.60	17.40	414.9	4070	10.0	141.0	4070	15.0

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 68: Codificación de soportes

XX	DESCRIPCIÓN
M1	Para tubería de 8" y menos de 1 m de altura
M2	Para tubería de 8" y más de 1 m de altura
M3	Para tubería de 10" y menos de 1 m de altura
M4	Para tubería de 4" y menos de 1 m de altura
M5	Para tubería de 2" y menos de 1 m de altura

Los dígitos YY se refieren al correlativo de soportes que comienza en 01 y continua hasta que sea necesario.

5.13.3. Cálculo estructural generalizado

El cálculo de soportes se realizó estimando de acuerdo a la capacidad de cada perfil la carga que este podía soportar, para luego comprobar el cálculo en el simulador del Programa Autodesk Inventor. La estimación de perfil inicial se realizó con la siguiente expresión:

$$Ag = \frac{Pu}{\emptyset_t * Fy}$$

Donde

Ag: Área requerida para soportar la carga

Pu: Carga a soportar

Fy: esfuerzo del Material

$\emptyset_t$: Factor de seguridad para calculo (0.65 – 0.85)

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

La carga Pu será calculada considerando el peso de la tubería llena de gas y 2 válvulas del diámetro de la tubería, esto para calcular el escenario más crítico al que serán sometidos los soportes. De esta manera se establecieron los casos de simulación y las vigas a emplear.

Tabla 69: Condiciones para simular soportes

TIPO DE SOPORTE	consideraciones		altura	diámetro	peso válvula	carga + 10%		peso tubería con gas	
M1	TUBERÍA	2 VÁLVULAS	1	8	451	992.2	kg	42.6	kg/m
M2	TUBERÍA	2 VÁLVULAS	2	8	451	992.2	kg	42.6	kg/m
M3	TUBERÍA	2 VÁLVULAS	1	10	657	1445.4	kg	60.3	kg/m
M4	TUBERÍA	2 VÁLVULAS	1	4	49	107.8	kg	16.1	kg/m
M5	TUBERÍA	2 VÁLVULAS	1	2	19	41.8	kg	5.5	kg/m

TIPO DE SOPORTE	separación		peso tubería	carga simulación		PERFIL
				kg	N	
M1	9	m	95.85	1088.05	10662.89	L 2 X 2 X 1/8
M2	9	m	95.85	1088.05	10662.89	L 2 X 2 X 1/8
M3	10	m	150.75	1596.15	15642.27	W 4 X 13
M4	6	m	24.15	131.95	1293.11	W 4 X 13
M5	5	m	6.875	48.675	477.015	W 4 X 13

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

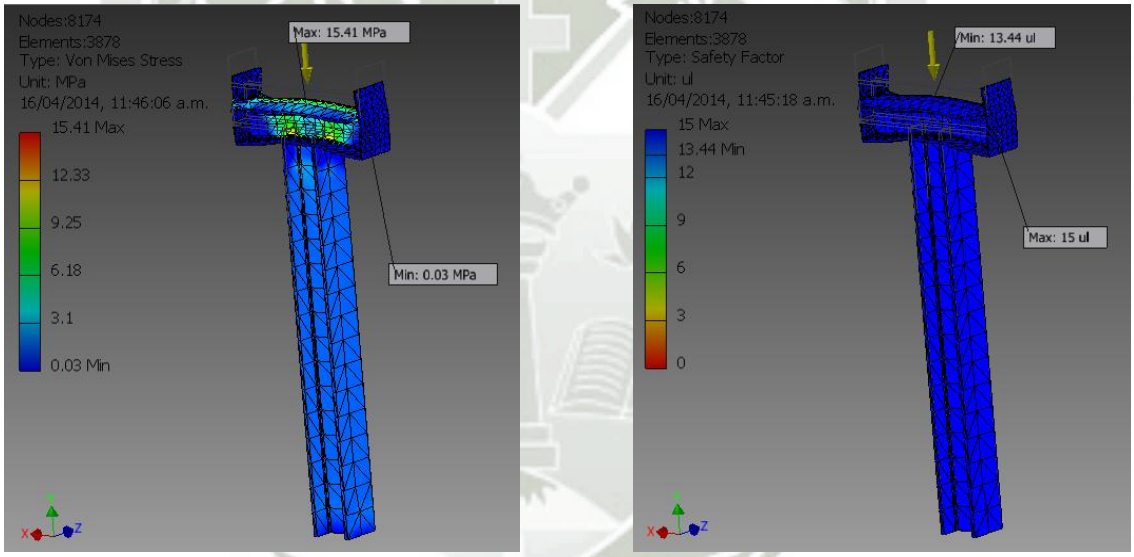
REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Se verificaron y escogieron los perfiles que figuran en la tabla anterior, procediendo a realizar la simulación.

A continuación se procedió a simular cada perfil y se obtuvieron factores de seguridad elevados, por lo que se concluyó que los soportes diseñados cumplen con los requisitos de carga supuestos y además tienen un plus para futuros accesorios.

Grafico 31: Simulación soporte M1



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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Grafico 32: Simulación soporte M2

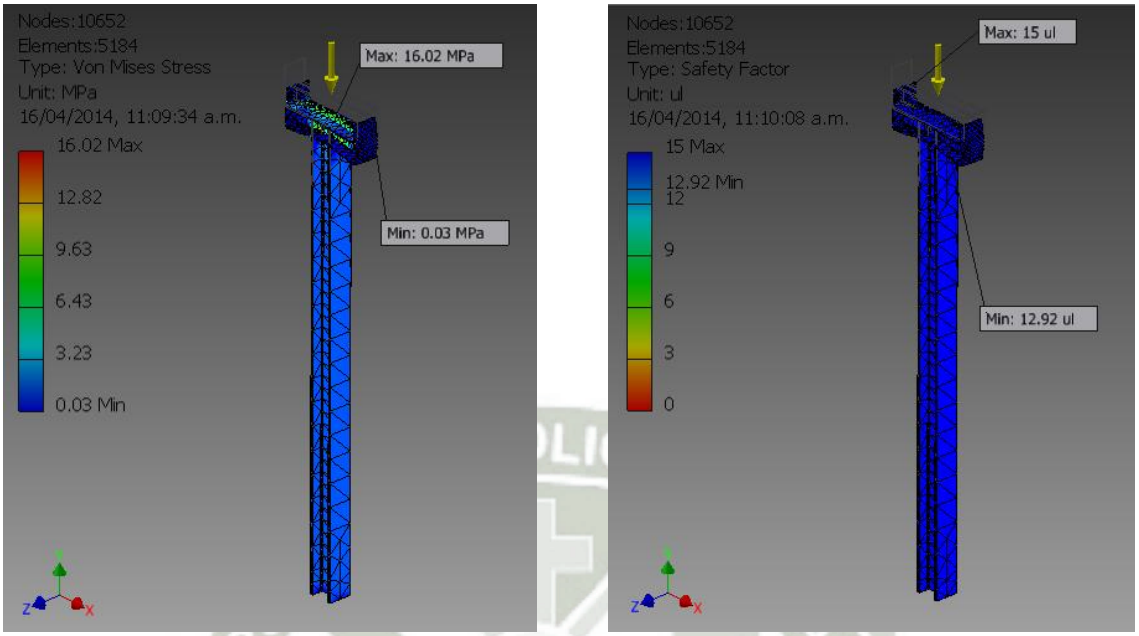
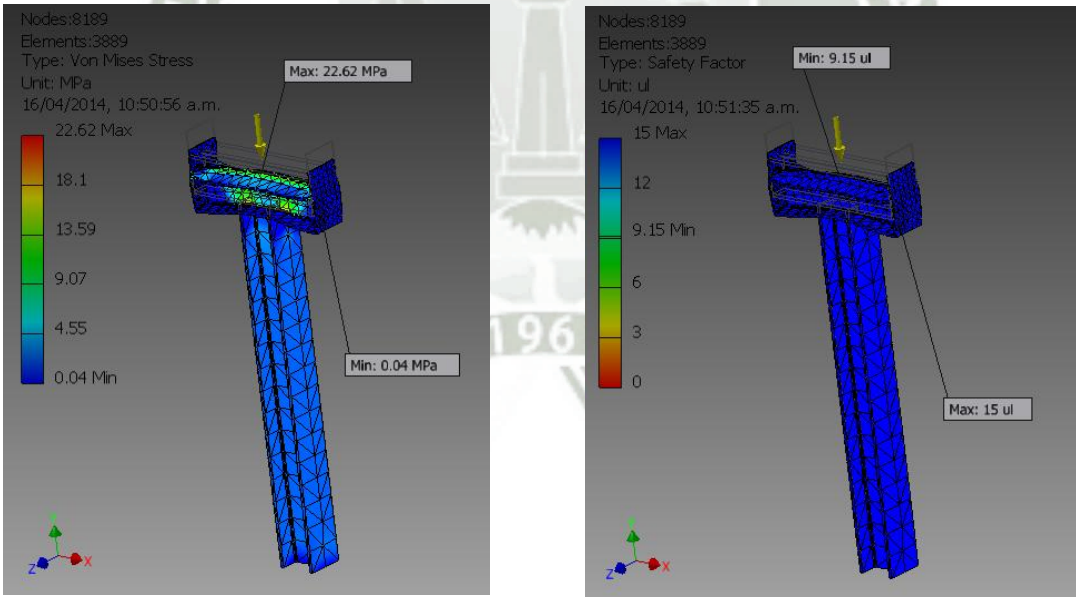


Grafico 33: Simulación soporte M3



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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Grafico 34: Simulación soporte M4

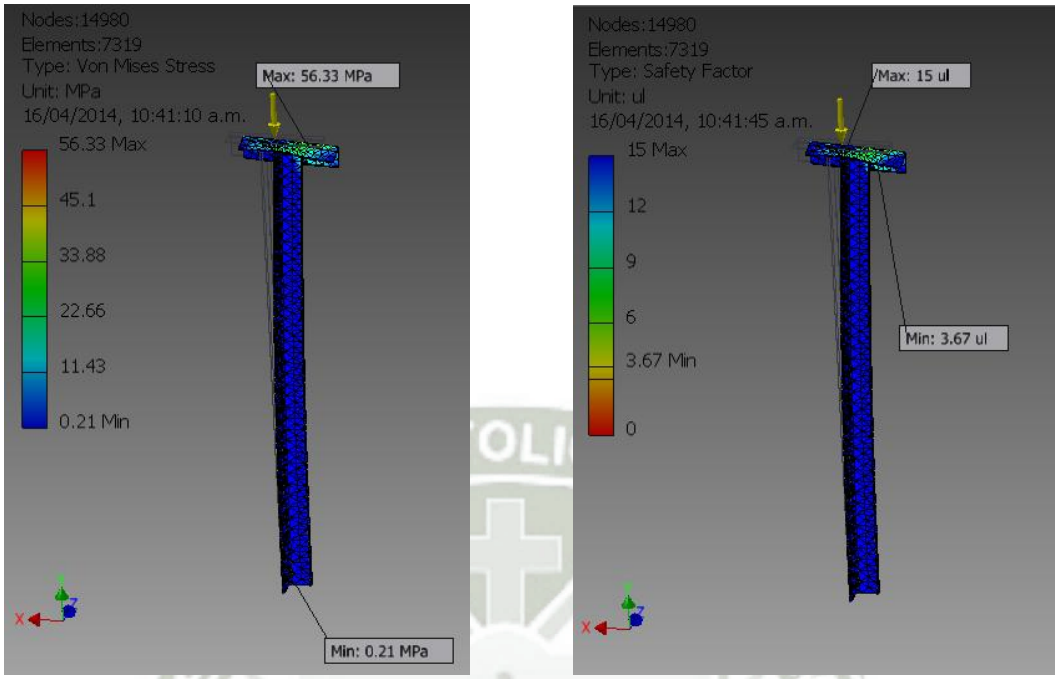
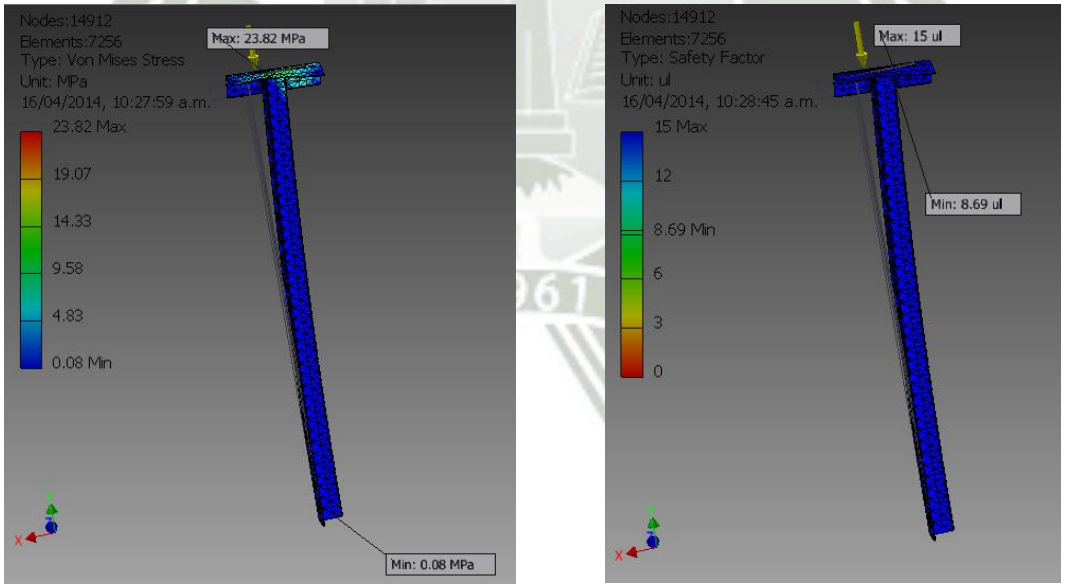


Grafico 35: Simulación soporte M5



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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

La ubicación de soportes se determinara de acuerdo a la tabla de distancias presentada anteriormente. el tipo de soporte a emplear dependerá del diámetro y altura de la tubería a soportar.

Hay que resaltar que las elevaciones se han establecido de manera estándar, lo que significa que se deberán modificar de acuerdo a los requerimientos de elevación de cada circunstancia. Las alturas deben ser entonces menores a las establecidas en cada tipo de soporte, no pudiendo ser mayores.

Para la sujeción de tuberías se emplearan U – bolts y para los anclajes placas de metal y pernos Hilti de presión.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CAPÍTULO V

DISEÑO Y EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

6.1. MEMORIA DESCRIPTIVA DEL SISTEMA ELÉCTRICO

6.1.1. Identificación y clasificación de áreas peligrosas

De acuerdo a las imágenes mostradas en el marco teórico, la clasificación de área que se plasmara en un plano de planta para su mejor visualización.

Se considera el inicio de un área clasificada a una fuente de liberación, es decir a todo aquel punto por el cual pueda escapar algún material inflamable a pesar de que no exista una fuente de ignición cercana. Por este motivo se vuelven fuentes de liberación todas las uniones bridadas de la instalación. Y se combinan las áreas superpuestas para dar origen a la clasificación de áreas.

Se elaboró un plano con el detalle de estas áreas, este se encuentra en el Anexo de Planos del trabajo.

Se determinó el radio de área clasificada de 7.5 m a partir de la fuente de liberación.

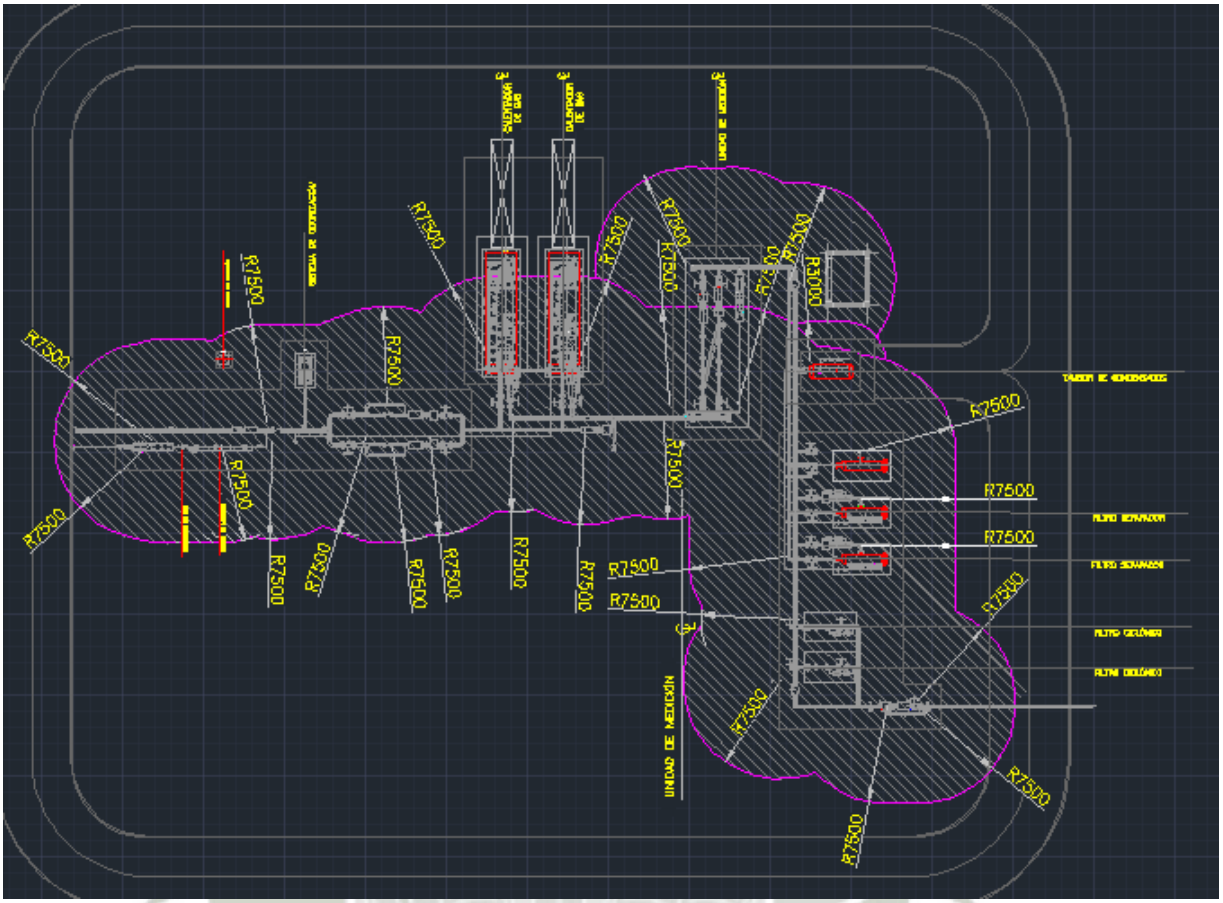
Se presenta una imagen referencial.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Grafico 36: Extensión de área clasificada


R7500
R7500
R7500

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

la otra viene del generador a gas CGC-GE-201. Este sistema tendrá la función de alimentar al tablero de distribución principal CGC-TD-201 para los escenarios de suministro normal, o de caso de emergencia en caso haya interrupción del suministro desde el transformador, alimentando el sistema desde el generador a gas.

El tablero de distribución principal contara con un sistema de barra partida (dos sectores de barra unidos por un interruptor de acoplamiento), la barra A alimentara las cargas con suministro normal y la barra B alimentara las cargas con suministro de emergencia.

En condiciones normales de suministro de alimentación eléctrica, el interruptor de acoplamiento se mantendrá cerrado a fin de alimentar ambas barras (A y B) desde el transformador Proyectado.

En condiciones de emergencia, será la barra B la única que se mantendrá energizada a través del grupo generador ante un evento de falla de fluido eléctrico por parte del concesionario, para ello se apresurará el interruptor de acoplamiento.

Las cargas que serán alimentadas desde la barra A (suministro normal) serán:

- Tablero de iluminación y tomacorrientes del cuarto eléctrico (CGC-TD-202)
- Tablero de iluminación y tomacorrientes caseta de vigilancia (CGC-TD-203)
- Tablero de iluminación exterior (CGC-TD-204)

Por otro lado las cargas que serán alimentadas desde la barra B (suministro de emergencia) serán:

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- Tablero de iluminación exterior de emergencia (CGC-TD-208)
- Sistema UPS redundante (CGC-TD-207)
- Sistema rectificador redundante (CGC-TD-301)
- Tablero alumbrado y tomas cuarto de control y oficinas (CGC-TD-205)
- Sistema de Odorizacion
- Sistema CCTV
- Panel de control ventilador de calentadores

Se contara con alimentación eléctrica de emergencia a través del generador a gas CGC-GE-201, trifásico de 32 KVA en modo stand – by, de 380-220 VAC, el cual estará ubicado en el exterior.

Para la alimentación eléctrica a las cargas descritas anteriormente se realizara un recorrido a través de un sistema de bancoductos y buzones de concreto proyectados desde el tablero de distribución principal hasta la ubicación de cada equipo o tablero, en donde se realizara la respectiva conexión.

6.1.3. Sistema de iluminación exterior

El presente proyecto contempla un sistema de iluminación exterior, en el cual se pueden diferenciar dos tipos de áreas consideradas:

- Iluminación del área de procesos
- Iluminación de área de vías o tránsito vehicular

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

La iluminación exterior será alimentada desde el tablero de iluminación exterior normal y el tablero de iluminación exterior de emergencia, de tal manera que se tendrá en planta, en condiciones normales de suministro y en condiciones de emergencia luminarias debidamente distribuidas.

Hay que considerar que el único propósito de la iluminación de emergencia es el de la evacuación de la instalación por parte de las personas, más no para realizar trabajos.

6.1.4. Sistema de iluminación interior y tomacorrientes

En el presente proyecto el sistema de iluminación interior y tomacorrientes se proyectara para los ambientes del cuarto eléctrico, sala de instrumentación, cuarto de control, oficinas y caseta de vigilancia.

Para el cuarto eléctrico, sala de instrumentación y cuarto de baterías donde no se empleara falso cielo raso, se emplearan luminarias con 2 lámparas de 35 W 220VAC del tipo fluorescente, con instalación tipo suspensión.

Para los ambientes de cuarto de control y oficinas que cuentan con falso cielo raso se instalaran luminarias cuadradas con 4 lámparas de 20 W del tipo fluorescente, 220VAC con rejilla parabólica.

En los ambientes de cocina y servicios higiénicos se instalaran lámparas Led con difusor especial para instalación en falso cielo raso, 220 VAC.

El control de la iluminación interior se realizara localmente, para lo cual se instalaran interruptores simples, dobles y de conmutación, los cuales se instalaran empotrados o

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

adosados a las paredes según corresponda a una altura de 1.2 m borde interior, sobre el nivel de piso terminado.

Se instalaran tomacorrientes dobles de 15 A y 220VAC (F+N+T), empotrados o adosados a las paredes según corresponda, a 0.4 m del nivel de piso terminado. En la cocina y en los servicios higiénicos se está contemplando la instalación de tomacorrientes GFCI, tomando en cuenta que estarán en zona húmeda.

En el cuarto de instrumentación y cuarto de control se ha previsto adicionalmente la instalación de tomacorrientes con alimentación eléctrica con respaldo de UPS, para salida a computadoras y equipos electrónicos.

Asimismo en el cuarto de baterías, el equipamiento de iluminación interior (luminarias e interruptor) serán del tipo a prueba de explosión, para cuyas canalizaciones se utilizara tubería conduit metálica adosada a paredes y techos con sus respectivos accesorios para este tipo de ambientes.

6.1.5. Sistema de iluminación de emergencia

En los ambientes de oficinas y cuarto de instrumentación se instalaran luminarias de emergencia con autonomía de 1 hora con lámparas de 1 x 20 W, 220 VAC. Además con fines de facilitar la evacuación en casos de emergencia, se instalaran avisos de salida con autonomía de 1 hora, con tubos fluorescentes de 2 x 8W y 220 VAC.

Además se contara con iluminación de emergencia exterior que marcara el camino para una evacuación del área de procesos segura.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

6.1.6. Sistema de puesta a tierra

Se ha proyectado un sistema de puesta a tierra en función a una malla de tierra que cubrirá todas las instalaciones proyectadas, y tendrá las siguientes características:

Estará conformada por cable de cobre desnudo de 70 mm2, para la malla principal, el cual ira directamente enterrada mayormente en la parte superior de los bancoductos a una profundidad de 750 mm respecto al nivel de piso.

Para las derivaciones a fin de vincular equipos y/o estructuras se empleara cable de 35 mm2 de cobre. La vinculación a diferentes equipos y/o estructuras se realizara mediante terminales de compresión de cobre estañado.

Para las uniones entre cables de malla se empleara soldadura exotérmica tipo cadweld y moldes de carbón grafitado de acuerdo a las secciones de los cables a unir.

Los neutros de los trasformadores, así como del generador se conectaran al sistema de puesta a tierra a través de un sistema de puesta a tierra dedicado.

6.2. CALCULO DE CARGAS DE ILUMINACIÓN Y TOMACORRIENTES

Para el cálculo de iluminación se usó el software Dialux. Para interiores se empleó el módulo de iluminación de locales interiores y para exteriores el módulo de iluminación exterior por inundación y de iluminación de calles.

6.2.1. Alumbrado y tomacorrientes interiores

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

El alumbrado y tomacorrientes interiores incluyen el cuarto de control y oficinas, la caseta de vigilancia y el cuarto eléctrico y de baterías.

El cálculo del alumbrado o iluminación supone la determinación de los niveles óptimos de luz requerida para cada ambiente y además la determinación de las luminarias y lámparas requeridas para cumplir dichas condiciones. De acuerdo a lo anterior es necesario entonces desarrollar el cálculo de iluminación para conocer la potencia que se destinara a la iluminación.

El Software Dialux es capaz de resolver en sencillos pasos iterativos los requerimientos de iluminación de cada situación si se ingresan adecuadamente los datos necesarios. Los requisitos de iluminación para interiores se detallan en el código eléctrico nacional, tomo de utilización. Para el presente proyecto se emplean dichos valores.

Se calcularan las cargas de acuerdo a los tableros eléctricos que habrá en el City Gate. Se calculara además la iluminación de emergencia para completar el cálculo. Sin embargo hay que considerar que el único propósito de la iluminación de emergencia es guiar a las personas para una evacuación segura. Se emplean entonces para todos los casos luminarias de emergencia de 1 x 20 W con autonomía de 1 hora. La iluminación mínima requerida por los sistemas de emergencia es de 1 lux.

6.2.1.1. Iluminación cuarto de control

Las dimensiones del cuarto de control están dadas en el plano de planta del proyecto, sin embargo es necesario definir las condiciones de iluminación requeridas para el ambiente.

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 70: Condiciones para Iluminación cuarto de control

LOCAL	IL. (Em) (Lux)	altura (m)	inst.	f. m.	color de superficies	plano útil	color de suelo	color de techo	color de paredes
Oficinas/Cuarto de control	500	3.9	cielo raso	0.8	blanco	2.8	blanco trafico	blancos	blancos

Además el cuarto de control cuenta con puertas y ventanas cuyas dimensiones se muestran en la siguiente tabla.

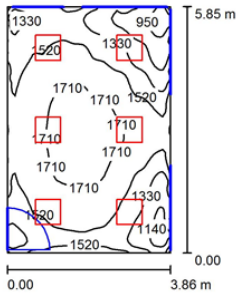
Tabla 71: Puertas y ventanas cuarto de control

	Puertas		ventanas		
Numero	1	2	1	2	3
largo	1.2	1	2	2	2
alto	2	2	1.5	1.5	1.5
distancia desde el suelo			0.9	0.9	0.9

Una vez ingresados los datos al programa se procede a realizar el cálculo de iluminación y se obtuvieron los siguientes resultados:

Grafico 37: Resultados iluminación cuarto de control

Oficinas / Cuasrto de Control / Resumen



Altura del local: 3.900 m, Altura de montaje: 3.947 m, Factor mantenimiento: 0.80 — Valores en Lux, Escala 1:100

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	1506	857	1801	0.569
Suelo	88	1457	1191	1676	0.817
Techo	90	960	345	1366	0.359
Paredes (4)	90	1231	862	1988	/

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Como podemos ver se cumplen los mínimos requisitos de iluminación. Se utilizaron 6 luminarias 4 x 20 W para cumplir la condición.

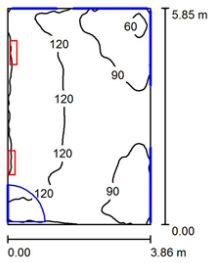
Se considera la iluminación de emergencia porque esta estará conectada a la fuente de energía siempre para mantener su carga y solo funcionara cuando la energía falla.

6.2.1.1.1. Iluminación de emergencia del cuarto de control

Se procede a realizar el cálculo de iluminación de emergencia y se obtuvieron los siguientes resultados:

Grafico 38: Resultados iluminación de emergencia cuarto de control

Oficinas / Cuasrto de Control / **Resumen**



Altura del local: 3.900 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80 — Valores en Lux, Escala 1:100

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	108	54	167	0.503
Suelo	88	103	81	146	0.781
Techo	90	143	82	574	0.576
Paredes (4)	90	124	64	2076	/

Como podemos ver se cumplen los mínimos requisitos de iluminación. Se utilizaron 2 luminarias 1 x 20 W para cumplir la condición.

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

6.2.1.2 Iluminación cuarto de instrumentación

Las dimensiones del cuarto de instrumentación están dadas en el plano de planta del proyecto, sin embargo es necesario definir las condiciones de iluminación requeridas para el ambiente.

Tabla 72: Condiciones para iluminación cuarto de instrumentación

LOCAL	IL. (Em) (Lux)	altura (m)	inst.	f. m.	color de superficies	plano útil	color de suelo	color de techo	color de paredes
Sala de Instrumentación	200	4.7	1.2 m de techo	0.8	blanco	0.8	estándar	estándar	estándar

Además el cuarto de instrumentación cuenta con puertas y ventanas cuyas dimensiones se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 73: Puertas y ventanas cuarto de instrumentación

	Puertas			ventanas
Numero	1	2	3	1
largo	1.2	1.3	1	2
alto	2	2	2	1.5
distancia desde el suelo				0.9

Una vez ingresados los datos al programa se procede a realizar el cálculo de iluminación y se obtuvieron los siguientes resultados:

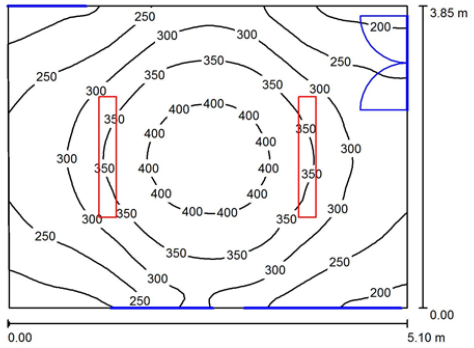
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Grafico 39: Resultados iluminación de cuarto de instrumentación

Sala de instrumentacion / Resumen



Altura del local: 4.700 m, Altura de montaje: 3.500 m, Factor mantenimiento: 0.80 — Valores en Lux, Escala 1:50

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	301	172	421	0.573
Suelo	20	249	171	306	0.686
Techo	70	35	29	40	0.831
Paredes (4)	50	86	26	309	/

Como podemos ver se cumplen los mínimos requisitos de iluminación. Se utilizaron 2 luminarias 2 x 35 W para cumplir la condición.

Se considera la iluminación de emergencia porque esta estará conectada a la fuente de energía siempre para mantener su carga y solo funcionara cuando la energía falla.

6.2.1.2.1. Iluminación de emergencia del cuarto de instrumentación

se procede a realizar el cálculo de iluminación de emergencia y se obtuvieron los siguientes resultados:

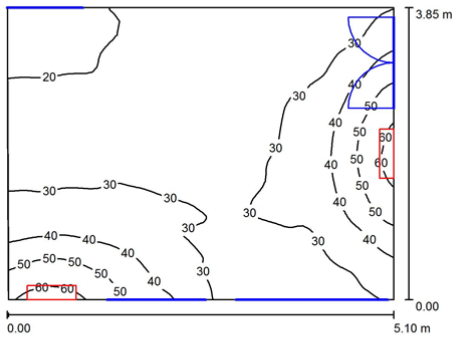
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Grafico 40: Resultados iluminación de emergencia de cuarto de instrumentación

Sala de instrumentacion / Resumen



Altura del local: 4.700 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80 — Valores en Lux, Escala 1:50

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	31	18	64	0.567
Suelo	20	26	17	42	0.670
Techo	70	48	16	128	0.329
Paredes (4)	50	45	12	2272	/

Como podemos ver se cumplen los mínimos requisitos de iluminación. Se utilizaron 2 luminarias 1 x 20 W para cumplir la condición.

6.2.1.3. Iluminación cocina/comedor

Las dimensiones de la cocina/comedor están dadas en el plano de planta del proyecto, sin embargo es necesario definir las condiciones de iluminación requeridas para el ambiente.

Tabla 74: Condiciones para iluminación cocina / comedor

LOCAL	IL. (Em) (Lux)	altura (m)	inst.	f. m.	color de superficies	plano útil	color de suelo	color de techo	color de paredes
Cocina/Comedor	300	3.9	cielo raso	0.8	blanco	0.8	blanco trafico	blancos	blancos

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 la cocina/comedor cuenta con puertas y ventanas cuyas dimensiones se muestran en la siguiente tabla.

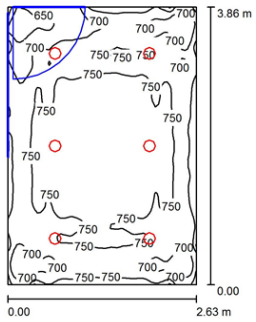
Tabla 75: Puertas y ventanas cocina / comedor

	ventanas	Puerta
Numero	1	1
largo	2	1
alto	1.5	2
distancia desde el suelo	0.9	

Una vez ingresados los datos al programa se procede a realizar el cálculo de iluminación y se obtuvieron los siguientes resultados:

Grafico 41: Resultados iluminación de cocina / comedor

Cocina / Comedor / **Resumen**



Altura del local: 3.900 m, Altura de montaje: 3.992 m, Factor mantenimiento: 0.80 — Valores en Lux, Escala 1:50

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	740	597	827	0.806
Suelo	88	701	578	866	0.825
Techo	90	625	543	754	0.869
Paredes (4)	90	690	511	1064	/

Como podemos ver se cumplen los mínimos requisitos de iluminación. Se utilizaron 6 luminarias led de 13 W para cumplir la condición.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

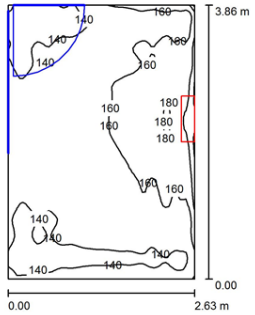
Se considera la iluminación de emergencia porque esta estará conectada a la fuente de energía siempre para mantener su carga y solo funcionara cuando la energía falla.

6.2.1.3.1. Iluminación de emergencia cocina/comedor

Se procede a realizar el cálculo de iluminación de emergencia y se obtuvieron los siguientes resultados:

Grafico 42: Resultados iluminación de emergencia cocina / comedor

Cocina / Comedor / **Resumen**



Altura del local: 3.900 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80 — Valores en Lux, Escala 1:50

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	152	121	207	0.797
Suelo	88	143	118	179	0.827
Techo	90	192	125	611	0.652
Paredes (4)	90	161	115	2359	/

Como podemos ver se cumplen los mínimos requisitos de iluminación. Se utilizaron 1 luminarias 1 x 20 W para cumplir la condición.

6.2.1.4. Iluminación servicios higiénicos (baño)

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Las dimensiones de los servicios higiénicos (Baños) cuarto de control están dadas en el plano de planta del proyecto, sin embargo es necesario definir las condiciones de iluminación requeridas para el ambiente.

Tabla 76: Condiciones para iluminación servicios higiénicos

LOCAL	IL. (Em) (Lux)	altura (m)	inst.	f. m.	color de superficies	plano útil	color de suelo	color de techo	color de paredes
Baño	200	3.9	cielo raso	0.8	blanco	0.8	blanco trafico	blancos	blancos

Además los servicios higiénicos (Baño) cuentan con puertas y ventanas cuyas dimensiones se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 77: Puertas y ventanas servicios higiénicos

	ventanas	Puerta
Numero	1	1
largo	1.8	0.875
alto	0.3	2
distancia desde el suelo	3.2	

Una vez ingresados los datos al programa se procede a realizar el cálculo de iluminación y se obtuvieron los siguientes resultados:

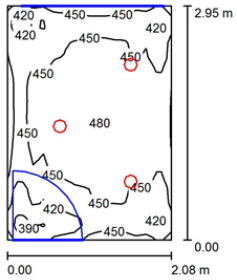
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Grafico 42: Resultados iluminación de servicios higiénicos

Baño / Resumen



Altura del local: 3.900 m, Altura de montaje: 3.992 m, Factor mantenimiento: 0.80 — Valores en Lux, Escala 1:50

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	450	364	485	0.809
Suelo	90	413	361	473	0.873
Techo	90	374	305	523	0.815
Paredes (4)	90	414	326	642	/

Como podemos ver se cumplen los mínimos requisitos de iluminación. Se utilizaron 3 luminarias led de 13 W para cumplir la condición.

6.2.1.5. Iluminación exclusa

Las dimensiones de la exclusa están dadas en el plano de planta del proyecto, sin embargo es necesario definir las condiciones de iluminación requeridas para el ambiente.

Tabla 78: Condiciones para iluminación exclusa

LOCAL	IL. (Em) (Lux)	altura (m)	inst.	f. m.	color de superficies	plano útil	color de suelo	color de techo	color de paredes
Esclusa	100	3.9	cielo raso	0.8	blanco	0.8	blanco trafico	blancos	blancos

Además la exclusa cuenta con puertas y ventanas cuyas dimensiones se muestran en la siguiente tabla.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

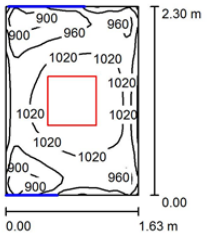
Tabla 79: Puertas y ventanas exclusa

	Puerta	Puerta
Numero	1	2
largo	0.63	0.94
alto	2	2
distancia desde el suelo		

Una vez ingresados los datos al programa se procede a realizar el cálculo de iluminación y se obtuvieron los siguientes resultados:

Grafico 43: Resultados iluminación exclusa

Esclusa / Resumen



Altura del local: 3.900 m, Altura de montaje: 3.947 m, Factor mantenimiento: 0.80 — Valores en Lux, Escala 1:50

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	997	799	1096	0.801
Suelo	88	866	719	1059	0.830
Techo	90	737	47	958	0.064
Paredes (4)	90	927	638	1363	/

Como podemos ver se cumplen los mínimos requisitos de iluminación. Se utilizó 1 luminaria de 4 x 20 W para cumplir la condición.

Se considera la iluminación de emergencia porque esta estará conectada a la fuente de energía siempre para mantener su carga y solo funcionara cuando la energía falla.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

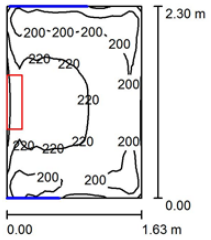
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

6.2.1.5.1. Iluminación de emergencia exclusa

Se procede a realizar el cálculo de iluminación de emergencia y se obtuvieron los siguientes resultados:

Grafico 44: Resultados iluminación de emergencia exclusa

Esclusa / Resumen



Altura del local: 3.900 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80 — Valores en Lux, Escala 1:50

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	211	180	250	0.853
Suelo	88	182	158	221	0.871
Techo	90	355	233	644	0.657
Paredes (4)	90	248	135	2355	/

Como podemos ver se cumplen los mínimos requisitos de iluminación. Se utilizaron 1 luminarias 1 x 20 W para cumplir la condición.

6.2.1.6. Iluminación área común

Las dimensiones del área común están dadas en el plano de planta del proyecto, sin embargo es necesario definir las condiciones de iluminación requeridas para el ambiente.

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 80: Condiciones para iluminación área común

LOCAL	IL. (Em) (Lux)	altura (m)	inst.	f. m.	color de superficies	plano útil	color de suelo	color de techo	color de paredes
Área Común	100	3.9	cielo raso	0.8	blanco	1.8	blanco trafico	blancos	blancos

Además el área común cuenta con puertas y ventanas cuyas dimensiones se muestran en la siguiente tabla.

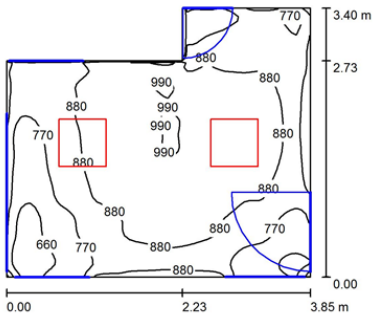
Tabla 81: Puertas y ventanas área común

	ventana	Puerta				
Numero	1	1	2	3	4	5
largo	2	0.94	0.94	0.63	1	1
alto	1.5	2	2	2	2	2
distancia desde el suelo	0.9					

Una vez ingresados los datos al programa se procede a realizar el cálculo de iluminación y se obtuvieron los siguientes resultados:

Grafico 45: Resultados Iluminación área común

Area comun / **Resumen**



Altura del local: 3.900 m, Altura de montaje: 3.947 m, Factor mantenimiento: 0.80 — Valores en Lux, Escala 1:50

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	857	572	1109	0.667
Suelo	88	798	605	1047	0.758
Techo	90	559	252	868	0.451
Paredes (8)	90	690	479	1117	/

Plano útil:

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Como podemos ver se cumplen los mínimos requisitos de iluminación. Se utilizó 2 luminarias de 4 x 20 W para cumplir la condición.

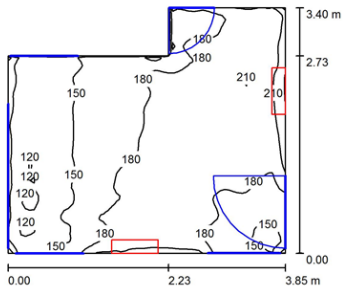
Se considera la iluminación de emergencia porque esta estará conectada a la fuente de energía siempre para mantener su carga y solo funcionara cuando la energía falla.

6.2.1.6.1. Iluminación de emergencia área común

Se procede a realizar el cálculo de iluminación de emergencia y se obtuvieron los siguientes resultados:

Grafico 45: Resultados iluminación de emergencia área común

Area comun / **Resumen**



Altura del local: 3.900 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80 — Valores en Lux, Escala 1:50

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	174	116	244	0.665
Suelo	88	161	126	218	0.784
Techo	90	249	142	622	0.571
Paredes (8)	90	200	96	2331	/

Plano útil:

Como podemos ver se cumplen los mínimos requisitos de iluminación. Se utilizaron 2 luminarias 1 x 20 W para cumplir la condición.

Se ha considerado (por ser una instalación industrial) que cada tomacorriente tenga una capacidad de 180 VA. Se han distribuido los tomacorrientes de acuerdo al uso

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

específico de cada ambiente. En la cocina se han colocado 3 tomacorrientes, en el cuarto de instrumentación se han colocado 2 tomacorrientes, en el cuarto de control se han colocado 4, en los servicios higiénicos se ha colocado 1 tomacorriente, en la exclusa también 1 tomacorriente y en el área común finalmente 1 tomacorriente.

Además se ha considerado avisos de salida en cada puerta de salida del edificio y uno más para identificar la salida del área común. Se han considerado 5 avisos en total.

Con esta distribución se puede calcular la potencia necesaria del conjunto de tomacorrientes y luminarias para el edificio de control y las oficinas. Se ha considerado además una reserva del 20 % de la potencia calculada.

A continuación se presenta un resumen con las cargas calculadas y la potencia total del tablero de iluminación y tomas del cuarto de control y oficinas.

El dimensionamiento final del tablero de alumbrado y tomacorrientes del cuarto de control y oficinas es de 4.5 KVA. (Se reajustaran las reservas a este valor en los planos finales)

6.2.1.7. Iluminación cuarto eléctrico

Las dimensiones del cuarto eléctrico están dadas en el plano de planta del proyecto, sin embargo es necesario definir las condiciones de iluminación requeridas para el ambiente.

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 82: Cargas tablero cuarto de control y oficinas

CUARTO DE CONTROL Y OFICINAS					
FACTOR DE POTENCIA		0.85			
CARGAS	**CANT**	**POTENCIA**		**CARGA TOTAL**	
		VA	**W**	**KVA**	**KW**
TOMAS DOBLES MONOFÁSICAS COCINA	3.000	180.000	153.000	0.540	0.459
TOMAS DOBLES MONOFÁSICAS CUARTO DE EQUIPOS	2.000	180.000	153.000	0.360	0.306
TOMAS DOBLES MONOFÁSICAS CUARTO DE CONTROL	4.000	180.000	153.000	0.720	0.612
TOMAS DOBLES MONOFÁSICAS BAÑO	1.000	180.000	153.000	0.180	0.153
TOMAS DOBLES MONOFÁSICAS EXCLUSA	1.000	180.000	153.000	0.180	0.153
TOMAS DOBLES MONOFÁSICAS ÁREA COMÚN	1.000	180.000	153.000	0.180	0.153
				2.160	1.836
LUMINARIAS COCINA	6.000	15.294	13.000	0.092	0.078
LUMINARIAS CUARTO DE EQUIPOS	2.000	82.353	70.000	0.165	0.140
LUMINARIAS CUARTO DE CONTROL	6.000	94.118	80.000	0.565	0.480
LUMINARIAS BAÑO	3.000	15.294	13.000	0.046	0.039
LUMINARIAS EXCLUSA	1.000	94.118	80.000	0.094	0.080
LUMINARIAS ÁREA COMÚN	2.000	94.118	80.000	0.188	0.160
				1.149	0.977
ILUMINACIÓN AVISO DE SALIDA DE EMERGENCIA	5.000	19.000	16.150	0.095	0.081
ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA	8.000	23.529	20.000	0.188	0.160
				0.283	0.241
SUMATORIA DE CARGAS				3.593	3.054
RESERVAS 20%	0.200			0.719	0.611
POTENCIA TOTAL				4.311	3.665

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 83: Condiciones para cuarto eléctrico

LOCAL	IL. (Em) (Lux)	altura (m)	int.	f. m.	color de superficies	plano útil	color de suelo	color de techo	color de paredes
Cuarto Eléctrico	200	4.7	1.2 m de techo	0.8	blanco	0.8	estándar	estándar	estándar

Además el cuarto eléctrico cuenta con puertas y ventanas cuyas dimensiones se muestran en la siguiente tabla.

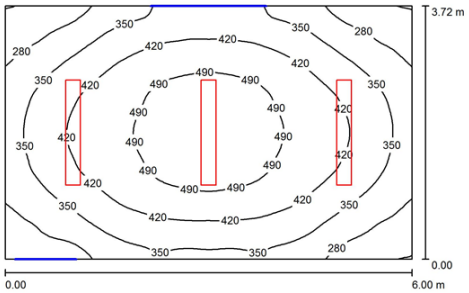
Tabla 84: Puertas y ventanas cuarto eléctrico

	Puerta	
Numero	1	2
largo	0.9	1.7
alto	2	2

Una vez ingresados los datos al programa se procede a realizar el cálculo de iluminación y se obtuvieron los siguientes resultados:

Grafico 46: Resultados iluminación cuarto eléctrico

Sala Electrica / Resumen



Altura del local: 4.700 m, Altura de montaje: 3.500 m, Factor mantenimiento: 0.80 — Valores en Lux, Escala 1:50

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	393	209	554	0.531
Suelo	20	328	225	413	0.685
Techo	70	45	38	51	0.831
Paredes (4)	50	116	33	450	/

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Como podemos ver se cumplen los mínimos requisitos de iluminación. Se utilizaron 3 luminarias 2 x 35 W para cumplir la condición.

6.2.1.8. Iluminación cuarto de baterías

Las dimensiones del cuarto de baterías están dadas en el plano de planta del proyecto, sin embargo es necesario definir las condiciones de iluminación requeridas para el ambiente.

Tabla 85: Condiciones para cuarto de baterías

LOCAL	IL. (Em) (Lux)	altura (m)	inst.	f. m.	color de superficies	plano útil	color de suelo	color de techo	color de paredes
cuarto de baterías	200	4.7	adosado	0.8	blanco	0.8	estándar	estándar	estándar

Además el cuarto de baterías cuenta con puertas y ventanas cuyas dimensiones se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 86: Puertas y ventana cuarto de baterías

	Puerta
Numero	1
largo	0.9
alto	2

Una vez ingresados los datos al programa se procede a realizar el cálculo de iluminación y se obtuvieron los siguientes resultados:

Como podemos ver se cumplen los mínimos requisitos de iluminación. Se utilizaron 2 luminarias 2 x 35 W para cumplir la condición.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

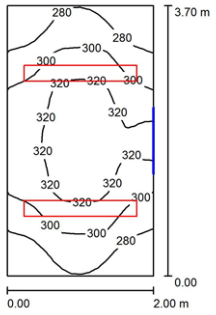
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Se ha considerado (por ser una instalación industrial) que cada tomacorriente tenga una capacidad de 180 VA. Se han distribuido los tomacorrientes de acuerdo al uso especifico de cada ambiente. En el cuarto eléctrico se han colocado 2 tomacorrientes y en el cuarto de baterías se ha colocado 1 tomacorriente.

Con esta distribución se puede calcular la potencia necesaria del conjunto de tomacorrientes y luminarias para el cuarto eléctrico y de baterías. Se ha considerado además una reserva del 20 % de la potencia calculada.

Grafico 47: Resultados iluminación cuarto de baterías

Sala de Baterias / Resumen



Altura del local: 4.700 m, Altura de montaje: 4.700 m, Factor mantenimiento: 0.80 — Valores en Lux, Escala 1:50

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	302	262	332	0.869
Suelo	20	230	202	260	0.879
Techo	70	99	70	125	0.712
Paredes (4)	50	228	79	587	/

A continuación se presenta un resumen con las cargas calculadas y la potencia total del tablero de iluminación y tomas del cuarto eléctrico y de baterías.

No se ha considerado iluminación de emergencia porque estos ambientes no son para el trabajo de personas, por lo que se considera que en una eventual emergencia no habrá personas en dichos ambientes.

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 87: Cargas tablero cuarto eléctrico y de baterías

CUARTO ELÉCTRICO Y DE BATERÍAS					
FACTOR DE POTENCIA		0.85			
CARGAS	**CANT**	**POTENCIA**		**CARGA TOTAL**	
		VA	**W**	**KVA**	**KW**
TOMAS DOBLES MONOFÁSICAS CUARTO ELÉCTRICO	2.000	180.000	153.000	0.360	0.306
TOMAS DOBLES MONOFÁSICAS CUARTO DE BATERÍAS	1.000	180.000	153.000	0.180	0.153
				0.540	0.459
LUMINARIAS CUARTO ELÉCTRICO	3.000	82.353	70.000	0.247	0.210
LUMINARIAS CUARTO DE BATERÍAS	2.000	82.353	70.000	0.165	0.140
				0.412	0.350
SUMATORIA DE CARGAS				0.952	0.809
RESERVAS 20%	0.200			0.190	0.162
POTENCIA TOTAL				1.142	0.971

El dimensionamiento final del tablero de alumbrado y tomacorrientes del cuarto eléctrico y de baterías es de 1.5 KVA. (Se reajustaran las reservas a este valor en los planos finales)

6.2.1.9. Iluminación caseta de vigilancia

Las dimensiones de la caseta de vigilancia están dadas en el plano de planta del proyecto, sin embargo es necesario definir las condiciones de iluminación requeridas para el ambiente.

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 87: Condiciones para caseta de vigilancia

LOCAL	IL. (Em) (Lux)	altura (m)	inst.	f. m.	color de superficies	plano útil	color de suelo	color de techo	color de paredes
Caseta de vigilancia	100	2.8	adosado	0.8	blanco	0.8	blanco trafico	blancos	blancos

Además la caseta de vigilancia cuenta con puertas y ventanas cuyas dimensiones se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 88: Puertas y ventana caseta de vigilancia

	ventanas		Puerta
Numero	1	2	1
largo	1.5	2	2
alto	1.5	1.5	
distancia desde el suelo	0.9	0.9	

Una vez ingresados los datos al programa se procede a realizar el cálculo de iluminación y se obtuvieron los siguientes resultados.

Como podemos ver se cumplen los mínimos requisitos de iluminación. Se utilizaron 1 luminarias 2 x 35 W para cumplir la condición.

Se ha considerado (por ser una instalación industrial) que cada tomacorriente tenga una capacidad de 180 VA. En la caseta de vigilancia se han colocado 2 tomacorrientes.

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

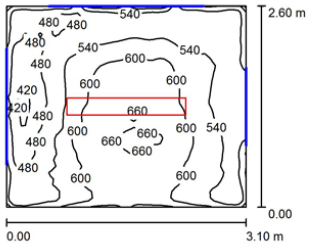
REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Con esta distribución se puede calcular la potencia necesaria del conjunto de tomacorrientes y luminarias para la caseta de vigilancia. Se ha considerado además una reserva del 20 % de la potencia calculada.

Grafico 48: Resultados iluminación caseta de vigilancia

Caseta de Vigilancia / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80 — Valores en Lux, Escala 1:50

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	558	405	695	0.726
Suelo	88	513	443	615	0.864
Techo	90	275	150	374	0.548
Paredes (4)	90	395	230	715	/

Se considera en este tablero la iluminación de emergencia de la caseta, debido a que estos equipos se cargan durante la operación normal. Se considera una lámpara de emergencia y un letrero de salida.

A continuación se presenta un resumen con las cargas calculadas y la potencia total del tablero de iluminación y tomas de la caseta de vigilancia.

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 89: Cargas tablero caseta de vigilancia

CASETA DE VIGILANCIA					
FACTOR DE POTENCIA		0.85			
CARGAS	**CANT**	**POTENCIA**		**CARGA TOTAL**	
		VA	**W**	**KVA**	**KW**
TOMAS DOBLES CASETA DE VIGILANCIA	2.000	180.000	153.000	0.360	0.306
LUMINARIAS CASETA DE VIGILANCIA	1.000	82.353	70.000	0.082	0.070
ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA	1.000	23.529	20.000	0.024	0.020
ILUMINACIÓN AVISO DE SALIDA DE EMERGENCIA	1.000	19.000	16.150	0.019	0.016
SUMATORIA DE CARGAS				0.485	0.412
RESERVAS 20%	0.200			0.097	0.082
POTENCIA TOTAL				0.582	0.495

El dimensionamiento final del tablero de alumbrado y tomacorrientes de la caseta de vigilancia es de 0.6 KVA. (Se reajustaran las reservas a este valor en los planos finales)

6.2.2. Alumbrado exterior

De acuerdo con el arreglo general del City Gate, para efectos del cálculo de iluminación exterior se ha considerado 2 áreas de cálculo: Área de procesos y área de tránsito de vehículos.

- Para el área de procesos, la iluminación se diseñó de modo que se asegurara los niveles de luz recomendados para una operación y mantenimiento eficiente, y

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

no ser un factor de riesgo para la salud de los trabajadores al momento de realizar sus actividades. El plano de trabajo sobre el cual se ha calculado la iluminación de esta área se ha considerado 0.5 m de altura sobre el nivel de piso.

- Para el área de tránsito de vehículos, las instalaciones de iluminación exterior se diseñaron para cumplir con los niveles de iluminación para tráfico motorizado y tráfico peatonal. El plano de trabajo sobre el cual se ha calculado la iluminación de esta área se ha considerado 0.15 m de altura sobre el nivel de piso.

Los equipos de iluminación serán provistos para instalación exterior, de acuerdo a las áreas anteriormente mencionadas. El montaje de los equipos se realizara en postes de concreto a una altura de instalación de 13 m. en el caso de iluminación de vías se instalaran en pastorales y en el caso del área de procesos en soportes tipo cruceta.

De acuerdo con el nivel de iluminación, periodos de encendido, montaje y tamaño se seleccionaron las siguientes luminarias

Tabla 90: Luminarias alumbrado exterior

	Iluminación vial	**Iluminación procesos**
Tipo de lámpara	Vapor de sodio de alta presión	Halogenuro metálico
N° lámparas por luminaria	1	1
Flujo luminoso por lámpara (Lm)	17000	48000
Potencia de la lámpara (W)	169	400
balastro	electrónico	Electrónico

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 zonas donde se tenga postes de iluminación dentro de áreas clasificadas, no se ha considerado la instalación de luminarias del tipo a prueba de explosión, debido a que por la altura de montaje, estos se encuentran fuera de la zona de influencia de dicha área.

El factor de mantenimiento de las luminarias está influenciado por una serie de factores como el envejecimiento de la lámpara, el deslucido de las luminarias debido a la polución del ambiente, el periodo de reemplazo de las lámparas, etc. Debido a estas variables se tomara como referencia los factores de mantenimiento establecidos por la norma DGE 017-AI-1/1982.

Tabla 91: Factores de mantenimiento

Reducción de la iluminación debido al ensuciamiento y edad de las lámparas	Factor de mantenimiento
Alto	0.8
Medio	0.7
Bajo	0.6

Se consideró un nivel alto de reducción de iluminación por estar al aire libre los equipos, lo que le asigna un factor de mantenimiento de 0.8.

6.2.2.1. Área de procesos

Para la zona de procesos se recurrirá a la norma EN 12464-2, en la cual se nos indica los valores mínimos que debe cumplir nuestra iluminación para ser eficiente.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

La siguiente tabla presenta los valores de iluminación media, uniformidad, deslumbramiento y reflectividad establecidos por la norma. Tomaremos como referencia la primera fila por ser la que se adecua al procesamiento del gas natural.

Grafico 49: Valores de iluminación

Tabla 5.10 – Industrias petroquímicas y otras industrias peligrosas

Nº ref.	Tipo de área, tarea o actividad	$\bar{E}_m$ lux	U_o –	GR_L –	R_a –	Observaciones
5.10.1	Manipulación de herramientas de mantenimiento, utilización de válvulas reguladas manualmente, puesta en marcha y parada de motores, alumbrado de quemadores	20	0,25	55	20	
5.10.2	Llenado y vaciado de camiones y vagones cisterna con riesgo de sustancias libres, inspección de fugas, tuberías y empaquetaduras	50	0,40	50	20	
5.10.3	Llenado y vaciado de camiones y vagones cisterna con sustancias peligrosas, reemplazamiento de bombas, empaquetaduras, trabajo de mantenimiento general, lectura de instrumentos	100	0,40	45	40	
5.10.4	Zonas de carga y descarga de combustible	100	0,40	45	20	
5.10.5	Reparación de máquinas y dispositivos eléctricos	200	0,50	45	60	Usar alumbrado local

Emplearemos una disposición de luminarias por inundación para lograr la iluminación requerida con las lámparas seleccionadas. Se tratara de hacer simétricas la orientación de las luminarias. El esquema de iluminación es el mostrado en el grafico N°45.

Se evalúa las luminarias y los resultados son los siguientes:

Tabla 92: Resultados iluminación área de procesos

Em	76
Uo (Emin/Em)	0.286
GRL max	39

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

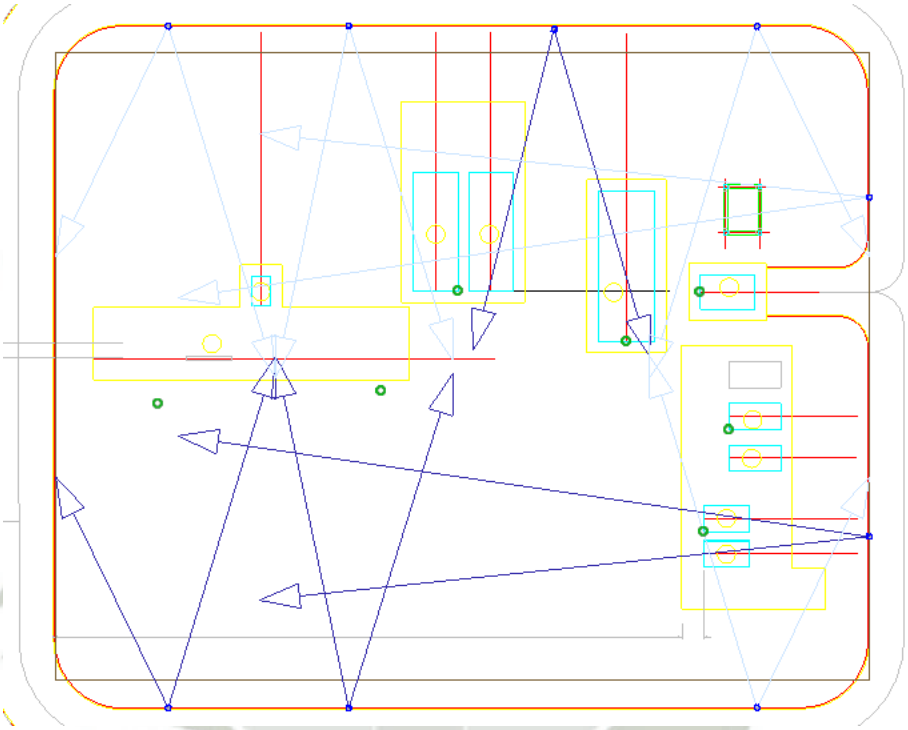
REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

	min	max
R	65	93

Los resultados cumplen con los requisitos mínimos por lo que se valida el cálculo.

Grafico 50: Esquema de iluminación área de procesos



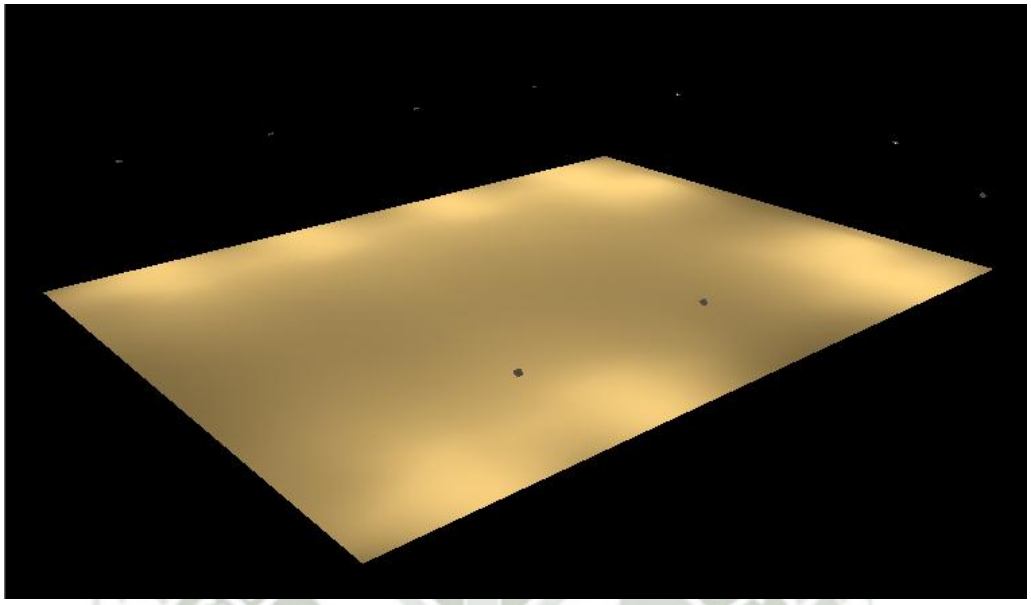
A continuación se muestra la zona de procesos iluminada:

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Grafico 51: Esquema de área de procesos iluminada



En la instalación se hallan 18 luminarias distribuidas de acuerdo al cálculo mostrado

6.2.2.2. Área de tránsito de vehículos

Para la iluminación de las vías de transito es necesario conocer ciertos parámetros, como el tipo de iluminación requerida, el tipo de alumbrado, el coeficiente de reflexión del terreno, etc. Así como las condiciones mínimas de iluminación y distribución de postes.

En la siguiente tabla se presentan todos los datos necesarios para el cálculo de iluminación de vías en Dialux:

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 93: Datos cálculo de iluminación de vías

R factor	N1	
tipo de alumbrado	IV	
clase de iluminación	CE4	
Uo	0.4	
Em	10	lux
lum med	1.7	cd/m2
altura de montaje	10	m
flujo luminoso	20000-40000	lm
ancho	6	m
relación A/H	0.6	
disposición	unilateral	
fm	0.8	luminaria cerrada

El valor de R sale de la tabla de reflexiones de vías estándar

Adicional a esto hay que ingresar la configuración de la calle, datos que se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 94: Configuración de calles

distancia entre postes	17.5	m
inclinación	30	°
longitud brazo	1	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

Tabla 95: Tabla de reflectividades

File name	Name in User Interface	S1	Q0
RTAB1.RTB	Concrete CIE C1	0.244	0.100
RTAB2.RTB	Asphalt CIE C2	0.967	0.070
RTAB3.RTB	Asphalt CIE R3	1.109	0.070
RTAB4.RTB	Asphalt (dark) CIE R4	1.549	0.080
RTAB5.RTB	Wetsurface W1	3.152	0.110
RTAB6.RTB	Wetsurface W2	5.722	0.150
RTAB7.RTB	Wetsurface W3	8.633	0.200
RTAB8.RTB	Wetsurface W4	10.842	0.250
RTAB9.RTB	CIE CLASS R1	0.247	0.100
RTAB10.RTB	Concrete CIE R2	0.582	0.070
RTAB11.RTB	N1 very diffuse	0.180	0.100
RTAB12.RTB	N2 concrete	0.409	0.070
RTAB13.RTB	N3 asphalt	0.881	0.070
RTAB14.RTB	N4 glossy asphalt	1.607	0.080
RTAB15.RTB	ZOAB (Dutch Porous)	0.689	0.100
RTAB16.RTB	Porous Asphalt (UK)	0.582	0.050

Una vez ingresados los datos se procede al cálculo teniendo como resultado el grafico N° 52.

Se ve que la disposición planteada cumple los requisitos planteados, por lo que se valida el cálculo.

En la instalación se encuentran 12 luminarias de vías de acceso.

En base a los cálculos anteriores se ha dimensionado el tablero de iluminación exterior. Se considera una reserva de 20 % para futuras ampliaciones.

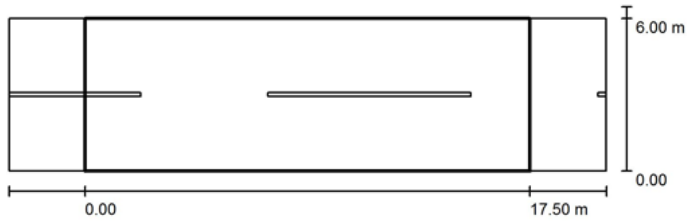
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Grafico 52: Resultados iluminación de vías

Iluminacion vias de acceso / Vias de circulacion / **Sumario de los resultados**



Factor mantenimiento: 0.80 Escala 1:200

Trama: 10 x 4 Puntos
Elemento de la vía pública respectivo: Vias de circulacion.
Clase de iluminación seleccionada: CE4 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	E_m [lx]	U0
Valores reales según cálculo:	16.53	0.87
Valores de consigna según clase:	≥ 10.00	≥ 0.40
Cumplido/No cumplido:	✓	✓

Tabla 96: Cargas Tablero Iluminación Exterior

ILUMINACIÓN EXTERIOR					
FACTOR DE POTENCIA	0.85				
CARGAS	**CANT**	**POTENCIA**		**CARGA TOTAL**	
		VA	**W**	**KVA**	**KW**
LUMINARIAS ÁREA DE PROCESOS	18.000	470.588	400.000	8.471	7.200
LUMINARIAS VÍAS DE ACCESO	13.000	198.824	169.000	2.585	2.197
SUMATORIA DE CARGAS				11.055	9.397
RESERVAS 20%	0.200			2.211	1.879
POTENCIA TOTAL				13.266	11.276

El dimensionamiento final del tablero de alumbrado de iluminación exterior es de 13.5 KVA. (Se reajustaran las reservas a este valor en los planos finales)

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

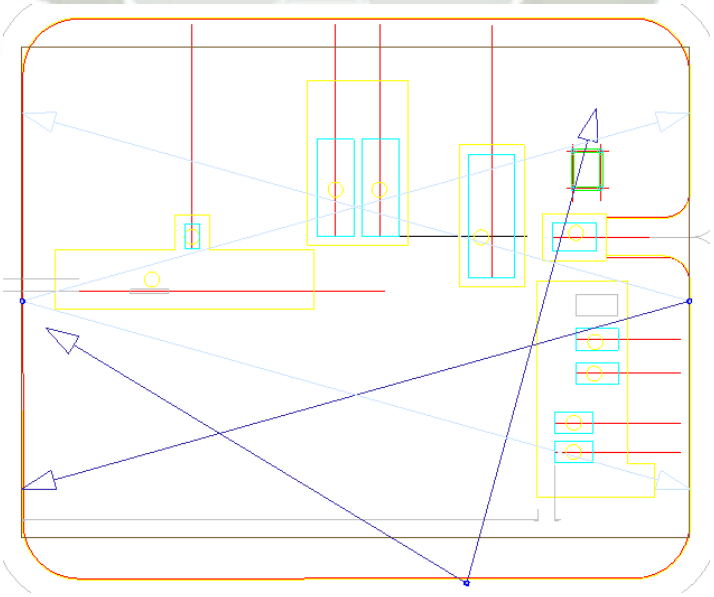
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

6.2.3. Alumbrado exterior de emergencia

Como ya se mencionó anteriormente el propósito de la iluminación de emergencia es orientar a las personas para la evacuación de algún ambiente. Por esta razón se prevé un sistema de iluminación de emergencia exterior para evacuación. La iluminación exterior entonces está conformada por 6 luminarias para el área de proceso, 4 para iluminar por inundación el área y 2 para mostrar la ruta de evacuación.

Se emplearan las mismas luminarias que se usaran en la iluminación regular, la razón de que estas luminarias no tengan autonomía es que durante las noches no se deben programar trabajos de ningún tipo en el City Gate, entonces la iluminación de emergencia es solo para evacuación y no para realizar trabajos. La disposición de las luminarias es la siguiente:

Grafico 53: Esquema de iluminación de emergencia área de procesos



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 las zonas de tránsito vehicular se ha considerado 5 luminarias que de la misma manera marcaran la ruta de evacuación. Se empleara el mismo tipo de luminaria que en la iluminación regular.

En base a las consideraciones anteriores se ha dimensionado el tablero de iluminación exterior de emergencia. Se considera una reserva de 20 % para futuras ampliaciones.

En la tabla N°100 se muestran las cargas que corresponderán al tablero de iluminación exterior de emergencia.

El dimensionamiento final del tablero de alumbrado exterior de emergencia es de 5 KVA. (Se reajustaran las reservas a este valor en los planos finales)

Tabla 97: Cargas tablero iluminación exterior de emergencia

ILUMINACIÓN EXTERIOR EMERGENCIA					
FACTOR DE POTENCIA	0.85				
CARGAS	**CANT**	**POTENCIA**		**CARGA TOTAL**	
		VA	W	KVA	KW
LUMINARIAS ÁREA DE PROCESOS	6.000	470.588	400.000	2.824	2.400
LUMINARIAS VÍAS DE ACCESO	5.000	198.824	169.000	0.994	0.845
SUMATORIA DE CARGAS				3.818	3.245
RESERVAS 20%	0.200			0.764	0.649
POTENCIA TOTAL				4.581	3.894

6.3. CÁLCULO DE CARGAS DE OPERACIÓN

Las cargas de operación son aquellas que el City Gate necesita para poder operar de manera segura y continua. En el City Gate debe existir un sistema de rectificación para poder

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

alimentar a todos los instrumentos que se utilizaran. Se considera que las señales de instrumentación en la mayoría de los casos señales de 12V, 48V o señales PMI (pulsos), y que cada instrumento no puede tener un rectificador de tensión incorporado por ser muy costoso dicha alternativa. Por esta razón se plantea el uso de un sistema rectificador.

Adicional a esto el City Gate contara con un sistema ininterrumpido de emergencia (UPS), que no es más que un sistema que almacena energía para usarla luego en tareas críticas para la operación. La finalidad del sistema es almacenar energía en baterías para emplearla en caso de falla del suministro regular de energía y no desatender sistemas críticos como los sistemas Scada e instrumentos mínimos.

Ambos sistemas serán de carácter redundante (al igual que los equipos mecánicos), es decir se tendrán dos sistemas y se usara uno como respaldo de otro por la seguridad y continuidad de operación que debe existir en el City Gate. Más adelante se describe con detalle cada sistema.

6.3.1. Cargas modulo rectificador redundante

- El sistema contara con dos Routers Cisco, que son dispositivos que proporcionan conectividad a nivel de red o nivel tres en el modelo OSI. Su función principal consiste en enviar o encaminar paquetes de datos de una red a otra, es decir, interconectar subredes, entendiendo por subred un conjunto de máquinas IP que se pueden comunicar sin la intervención de un encaminador (mediante bridges), y que por tanto tienen prefijos de red distintos. Se emplearan los routers para el correcto funcionamiento de todo el sistema de

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

instrumentación con el sistema Scada y las computadoras del centro de control. El consumo estimado de estos equipos es de 288 W.

- Además el sistema rectificador alimentara el computador de flujo, debido a que este es el corazón que controla la medición del Gas, dicho de otra manera es el equipo que realiza el control de inventarios, de allí su importancia por mantenerlo operativo siempre. Junto con este computador se alimentara los medidores ultrasónicos de ingreso al City Gate y los monitores de sólidos, esto con el mismo fin que el computador de flujo, es decir garantizar el control de inventarios a pesar de fallas en la alimentación. El consumo del computador se estima en 50 W y el de los otros equipos de 10 W.
- El sistema alimentara un Switch industrial, que es el equipo encargado de distribuir las señales del router dentro de la red del City Gate. Se estima un consumo de 10 W.
- El sistema además alimentara los PLC de cada sistema de calentamiento (de los 3 calentadores) y el PLC del sistema de Odorizacion. Se estima que cada paquete consumirá 300 W, lo cual incluye la alimentación de los instrumentos asociados.
- Se alimentara también el PLC principal del City Gate, el cual recibe las señales de todos los instrumentos y envía las señales de operación a las válvulas, solenoides y otros equipos. El consumo proyectado de este equipo es de 600 W.
- Se alimentara también el PLC de emergencia del City Gate, el cual recibe las señales de emergencia de todos los instrumentos y envía las señales de shut

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

down o bloqueo a las válvulas, solenoides y otros equipos. El consumo proyectado de este equipo es de 300 W.

- El sistema alimentara a los controladores ESD de operación de TGP, es decir los controladores con los que se opera el sistema de bloqueo del concesionario. Esto se hace con la finalidad de garantizar el total control del sistema por parte de TGP. El consumo es de 600 W.

En base a las cargas estimadas se dimensiono el tablero y sistema de rectificación redundante. Como ya se mencionó el diseño de todo el sistema a detalle corresponde a una empresa especializada.

El dimensionamiento final del sistema módulo rectificador redundante de 5 KVA. (Se reajustaran las reservas a este valor en los planos finales) En la tabla N° 98 se muestra el resumen de Cargas y el dimensionamiento del módulo rectificador.

Tabla 98: Cargas sistema rectificador redundante

MODULO RECTIFICADOR REDUNDANTE					
FACTOR DE POTENCIA	0.85				
CARGAS	**CANT**	**POTENCIA**		**CARGA TOTAL**	
		VA	**W**	**KVA**	**KW**
ROUTER CISCO	1.000	338.824	288.000	0.339	0.288
ROUTER CISCO	1.000	338.824	288.000	0.339	0.288
COMPUTADOR DE FLUJO	1.000	58.824	50.000	0.059	0.050
SWITCH INDUSTRIAL	1.000	11.765	10.000	0.012	0.010
PAQUETE PLC CALENTADOR	1.000	352.941	300.000	0.353	0.300
PAQUETE PLC CALENTADOR	1.000	352.941	300.000	0.353	0.300
PAQUETE PLC CALENTADOR	1.000	352.941	300.000	0.353	0.300
PAQUETE PLC ODORIZADOR	1.000	352.941	300.000	0.353	0.300
PAQUETE PLC CONTROL	1.000	705.882	600.000	0.706	0.600

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

PAQUETE PLC EMERGENCIA	1.000	352.941	300.000	0.353	0.300
CONTROLADOR ESD	1.000	705.882	600.000	0.706	0.600
MONITOR DE SOLIDOS	1.000	11.765	10.000	0.012	0.010
MEDIDOR DE FLUJO ULTRASÓNICO	1.000	11.765	10.000	0.012	0.010
SUMATORIA DE CARGAS				3.948	3.356
RESERVA 20%	0.200			0.790	0.671
POTENCIA TOTAL				4.738	4.027

6.3.2. Cargas de suministro ininterrumpido de energía (UPS)

El City Gate contará con un sistema UPS que alimentara las siguientes cargas por ser críticas en la operación:

- Las tomas reguladas del cuarto de control y el cuarto de instrumentación. Se consideran 5 en total y de 380 VA cada toma.
- Se alimentara también el analizador cromatografico que es parte del sistema de control de inventarios. Su consumo se proyecta en 760 W.
- El sistema Fire and Gas, cuyo consumo se proyecta en 500 W.
- Adicional se considera un tablero de servicios de operación que no pueden ser desatendidos, los cuales son el sistema SDH (red de telecomunicaciones de alta capacidad), los teléfonos y comunicadores internos de la instalación. Se proyecta una potencia de 100 W para el sistema SDH y 10 W para las comunicaciones.

Con las cargas mencionadas se procede a dimensionar el sistema UPS y su respectivo tablero. El dimensionamiento final del tablero del sistema UPS es de 5 KVA. (se

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

reajustaran las reservas a este valor en los planos finales) En la tabla N° 99 se muestran el resumen de Cargas y el dimensionamiento del sistema UPS.

Tabla 99: Cargas sistema UPS

SISTEMA UPS					
FACTOR DE POTENCIA		0.85			
CARGAS	**CANT**	**POTENCIA**		**CARGA TOTAL**	
		VA	**W**	**KVA**	**KW**
TOMAS DOBLES MONOFÁSICAS REGULADAS CONTROL	3.000	360.000	306.000	1.080	0.918
TOMAS DOBLES MONOFÁSICAS REGULADAS INSTRUM.	2.000	360.000	306.000	0.720	0.612
				1.800	1.530
SISTEMA RECTIFICADOR SERVICIOS OPERACIÓN					
- Sistema SDH	1.000	117.647	100.000	0.118	0.100
- Teléfonos y comunicaciones internas	1.000	11.765	10.000	0.012	0.010
- Reservas	1.000	69.412	59.000	0.069	0.059
				0.199	0.169
S. RECTIFICADOR SERVICIOS OPERACIÓN			300.000	0.3529	0.300
ANALIZADOR CROMATOGRAFICO	1.000	894.118	760.000	0.894	0.760
SISTEMA FIRE AND GAS	1.000	588.235	500.000	0.588	0.500
SUMATORIA DE CARGAS				3.635	3.090
RESERVAS 20%	0.200			0.727	0.618
POTENCIA TOTAL				4.362	3.708

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

6.3.3. Cargas de equipos de proceso y soporte

Las cargas de equipos de proceso y soporte son aquellas cargas que son necesarias para la operación del City Gate, pero que podrían ser utilizadas o no durante una falta de energía, por esto estas cargas se encuentran conectados a la barra de emergencia (B) del tablero principal.

Estas cargas son las que se refieren a la alimentación eléctrica de los calentadores, el odorizador y el sistema de seguridad. Los calentadores de gas indirectos se proyecta que consumen 5.5 KW cada uno, mientras que el calentador a gas consumirá 1 KW.

El sistema de odorizacion consumirá (el sistema de inyección) 200 W aproximadamente y el sistema de seguridad se prevé para un consumo de 1.85 KW.

El sistema de seguridad CCTV (circuito cerrado de televisión) se refiere a cámaras que serán instaladas en el área de proceso y zona perimetral para monitorear la integridad de la instalación y cualquier problema que ocurra en el área de procesos sin la necesidad de ir en persona a revisar el evento. Las señales de video serán llevadas hasta el cuarto de control y conectadas a monitores.

En la tabla N° 100 se presenta un resumen de dichas cargas para tener en cuenta al dimensionar el tablero principal.

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 100: Cargas de equipos de proceso y soporte

CARGAS DE EQUIPOS DE PROCESO Y SOPORTE					
FACTOR DE POTENCIA		0.85			
CARGAS	**CANT**	**POTENCIA**		**CARGA TOTAL**	
		VA	**W**	**KVA**	**KW**
PANEL DE CONTROL VENTILADOR DE CALENTADOR	1.000	6470.588	5500.000	6.471	5.500
PANEL DE CONTROL VENTILADOR DE CALENTADOR	0.000	6470.588	5500.000	0.000	0.000
PANEL DE CONTROL VENTILADOR DE CALENTADOR	1.000	1176.471	1000.000	1.176	1.000
SISTEMA DE ODORIZACION	1.000	235.294	200.000	0.235	0.200
CÁMARAS DE SEGURIDAD CCTV	1.000	2176.471	1850.000	2.176	1.850

Estas cargas no poseen un tablero especifico, van conectadas directamente a la barra B del tablero principal por ser sistemas completamente distintos cada uno. La sumatoria de estas cargas es de 10.059 KVA.

Con las cargas de la instalación estimadas en su totalidad, se procede a dimensionar el tablero principal, el cual alimentara a toda la instalación y a su vez se determinara la potencia del grupo de respaldo que se deberá instalar.

Se deberá instalar 2 reservas de 0.5 KW en cada barra para futuras ampliaciones. Y el transformador seleccionado deberá tener una reserva del 20% de la carga para futuras ampliaciones a la instalación.

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

De esta manera la potencia seleccionada para el transformador del City Gate será de 75 KVA, por ser el la potencia estándar de transformadores en el mercado.

El grupo de respaldo deberá ser de 35 KVA para poder abastecer las cargas de la barra B adecuadamente.

Tabla 101: Cargas tablero principal

CARGAS DE LA INSTALACIÓN			
FACTOR DE POTENCIA		0.85	
CARGAS		**POTENCIA**	
		KVA	**KW**
BARRA A			
ILUMINACIÓN Y TOMAS CUARTO ELÉCTRICO Y DE BATERÍAS		1.500	1.275
ALUMBRADO Y TOMAS CASETA DE VIGILANCIA		0.600	0.510
ALUMBRADO EXTERIOR		13.500	11.475
RESERVA (2 EQUIPADAS)	2.000	1.176	1.000
BARRA B			
ALUMBRADO Y TOMAS CUARTO DE CONTROL Y OFICINAS		4.500	3.825
SISTEMA UPS		5.000	4.250
MODULO RECTIFICADOR REDUNDANTE		5.000	4.250
ALUMBRADO EXTERIOR DE EMERGENCIA		5.000	4.250
CARGAS DE SOPORTE		10.059	8.550
RESERVA (2 EQUIPADAS)	2.000	1.176	1.000
POTENCIA BARRA B (GRUPO ELECTRÓGENO DE RESPALDO)		30.735	26.125
POTENCIA GRUPO ELECTRÓGENO		35.0	KVA
SUMATORIA DE CARGAS		47.512	40.385
RESERVA GENERAL DE LA INSTALACIÓN 20%	0.300	14.254	12.116
POTENCIA TOTAL DE LA INSTALACIÓN		61.765	52.501

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

6.4. RESUMEN DE CARGAS DE LA INSTALACIÓN

A continuación se presenta un resumen de todas las cargas que tendrá que abastecer el sistema eléctrico del City Gate para que este pueda operar correctamente. Se aprovecha para definir la capacidad de los interruptores en base a la corriente que consumirá cada equipo.

Tabla 102: Resumen de cargas del city gate

EQUIPO ELÉCTRICO	SERVICIO	POTENCIA DE DISEÑO	POTENCIA OPERACIÓN	VOLTAJE DE ALIMENTACIÓN	CORRIENTE NOMINAL	CORRIENTE INTERRUPTOR	TABLERO DE ALIMENTACIÓN
					FP		
					0.85		
CARGAS 380 VAC		KW	KW	V	A	A	
CGC-CL-201	VENTILADOR DE CALENTADOR	5.50	5.50	380.00	9.83	20.00	CGC-TD-201
CGC-CL-202	VENTILADOR DE CALENTADOR	5.50	0.00	380.00	0.00	15.00	CGC-TD-201
CGC-CL-501	VENTILADOR DE CALENTADOR	1.00	1.00	380.00	1.79	15.00	CGC-TD-201
CGC-SO-501	SISTEMA DE ODORIZACION	0.20	0.20	220.00	1.07	15.00	CGC-TD-201
	SISTEMA CCTV	1.85	1.85	220.00	9.89	20.00	CGC-TD-201
CGC-TD-202	CUARTO ELÉCTRICO Y DE BATERÍAS	1.28	1.28	220.00	6.82	15.00	CGC-TD-201
CGC-TD-203	CASETA DE VIGILANCIA	0.51	0.51	220.00	2.73	15.00	CGC-TD-201
CGC-TD-205	CUARTO DE CONTROL Y OFICINAS	3.83	3.83	380.00	6.84	15.00	CGC-TD-201
CGC-TD-201	ALUMBRADO EXTERIOR	11.	11.	380.	20.	30.	CGC-

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

		48	48	00	51	00	TD-201
CGC-TD-208	ALUMBRADO EXTERIOR DE EMERGENCIA	4.25	4.25	380.00	7.60	15.00	CGC-TD-201
CGC-TD-207	SISTEMA UPS	4.25	4.25	220.00	22.73	30.00	CGC-TD-201
CGC-TD-301	SISTEMA RECTIFICADOR	4.25	4.25	220.00	22.73	30.00	CGC-TD-201
	RESERVAS EQUIPADAS	2.00	2.00				
	RESERVA GENERAL	**12.12**	**12.12**				
	POTENCIA DEL TRANSFORMADOR	**58.00**	**52.50**				
	POTENCIA RECOMENDADA (KVA)	**75.00**					
CARGAS UPS		**KW**	**KW**	**V**	**A**	**A**	
	TOMAS REGULADAS	1.53	1.53	220.00	8.18	15.00	CGC-TD-207
CGC-TD-501	SISTEMA RECTIFICADOR OPERACIÓN	0.30	0.30	220.00	1.60	15.00	CGC-TD-207
CGC-AYT-2301/2302/2303	ANALIZADOR CROMATOGRAFICO	0.76	0.76	220.00	4.06	15.00	CGC-TD-207
CGC-F&G	SISTEMA FIRE AND GAS	0.50	0.50	220.00	2.67	15.00	CGC-TD-207
	RESERVAS	**0.62**	**0.62**				
	POTENCIA MÍNIMA DEL SISTEMA	**3.71**	**3.71**				
	POTENCIA RECOMENDADA (KVA)	**5.00**					
CARGAS VDC		**KW**	**KW**	**V**	**A**	**A**	
CGC-RC-301	ROUTER CISCO	0.2	0.2	24.0	12.	20.	CGC-

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

		9	9	0	00	00	TD-301
CGC-RC-302	ROUTER CISCO	0.29	0.29	24.00	12.00	20.00	CGC-TD-301
CGC-FQIC-2301	COMPUTADOR DE FLUJO	0.05	0.05	24.00	2.08	6.00	CGC-TD-301
CGC-EDS-308	SWITCH INDUSTRIAL	0.01	0.01	24.00	0.42	2.00	CGC-TD-301
CGC-PLC-341	PAQUETE PLC CALENTADOR	0.30	0.30	24.00	12.50	20.00	CGC-TD-301
CGC-PLC-342	PAQUETE PLC CALENTADOR	0.30	0.30	24.00	12.50	20.00	CGC-TD-301
CGC-PLC-345	PAQUETE PLC CALENTADOR	0.30	0.30	24.00	12.50	20.00	CGC-TD-301
CGC-PLC-361	PAQUETE PLC ODORIZADOR	0.30	0.30	24.00	12.50	20.00	CGC-TD-301
CGC-PLC-301	PAQUETE PLC CONTROL	0.60	0.60	24.00	25.00	30.00	CGC-TD-301
CGC-PLC-302	PAQUETE PLC EMERGENCIA	0.30	0.30	24.00	12.50	20.00	CGC-TD-301
TGP-ESD	CONTROLADOR ESD	0.60	0.60	24.00	25.00	30.00	CGC-TD-301
CGC-AYT-2101	MONITOR DE SOLIDOS	0.01	0.01	24.00	0.42	2.00	CGC-TD-301
CGC-FY-2301/2302	MEDIDOR DE FLUJO ULTRASÓNICO	0.01	0.01	24.00	0.42	2.00	CGC-TD-301
	RESERVAS	**0.67**	**0.67**				
	POTENCIA MÍNIMA DEL SISTEMA	**4.03**	**4.03**				
	POTENCIA RECOMENDADA (KVA)	**5.00**					
ILUMINACIÓN EXTERIOR		**KW**	**KW**	**V**	**A**	**A**	
	PO-201/202/204/205/207	4.85	4.85	380.00	8.66	15.00	CGC-TD-201
	PO-209/210/211/212/213/214	4.21	4.21	380.00	7.53	15.00	CGC-TD-201
	PO-216	0.34	0.34	380.00	0.60		

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

	RESERVAS	**1.88**	**1.88**				
	POTENCIA MÍNIMA DEL SISTEMA	**11.28**	**11.28**				
	POTENCIA RECOMENDADA (KVA)	**13.50**					
ILUMINACIÓN EXTERIOR DE EMERGENCIA		**KW**	**KW**	**V**	**A**	**A**	
	PO-203/206	1.94	1.94	380.00	3.46	15.00	CGC-TD-208
	PO-208/215	1.14	1.14	380.00	2.03	15.00	CGC-TD-208
	PO-217	0.17	0.17	380.00	0.30		
	RESERVAS	**0.65**	**0.65**				
	POTENCIA MÍNIMA DEL SISTEMA	**3.89**	**3.89**				
	POTENCIA RECOMENDADA (KVA)	**5.00**					
ILUMINACIÓN Y TOMAS C. ELÉCTRICO Y DE BATERÍAS		**KW**	**KW**	**V**	**A**	**A**	
	ILUMINACIÓN	0.46	0.46	220.00	2.45	15.00	CGC-TD-202
	TOMAS	0.35	0.35	220.00	1.87	15.00	CGC-TD-202
	RESERVAS	**0.16**	**0.16**				CGC-TD-202
	POTENCIA MÍNIMA DEL SISTEMA	**0.97**	**0.97**				
	POTENCIA RECOMENDADA (KVA)	**1.50**					

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ILUMINACIÓN Y TOMAS CASETA DE VIGILANCIA		KW	KW	V	A	A	
	ILUMINACIÓN	0.07	0.07	220.00	0.37	15.00	CGC-TD-203
	TOMAS	0.31	0.31	220.00	1.64	15.00	CGC-TD-203
	ALUMBRADO EMERGENCIA	0.04	0.04	220.00	0.19	2.00	CGC-TD-203
	RESERVAS	**0.08**	**0.08**				
	POTENCIA MÍNIMA DEL SISTEMA	**0.49**	**0.49**				
	POTENCIA RECOMENDADA (KVA)	**0.60**					
ILUMINA CON Y TOMAS CUARTO DE CONTROL		**KW**	**KW**	**V**	**A**	**A**	
	ILUMINACIÓN COCINA Y CUARTO DE ISTR.	0.22	0.22	220.00	1.17	15.00	CGC-TD-205
	ILUMINACIÓN CUARTO DE CONTROL	0.48	0.48	220.00	2.57	15.00	CGC-TD-205
	ILUMINACIÓN BAÑO/EXCLUSA/ÁREA COMÚN	0.28	0.28	220.00	1.49	15.00	CGC-TD-205
	ILUMINACIÓN EMERGENCIA	0.24	0.24	220.00	1.29	15.00	CGC-TD-205
	TOMAS	1.84	1.84	220.00	9.82	15.00	CGC-TD-205
	RESERVAS	**0.61**	**0.61**				
	POTENCIA MÍNIMA DEL SISTEMA	**3.66**	**3.66**				
	POTENCIA RECOMENDADA (KVA)	**4.50**					

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

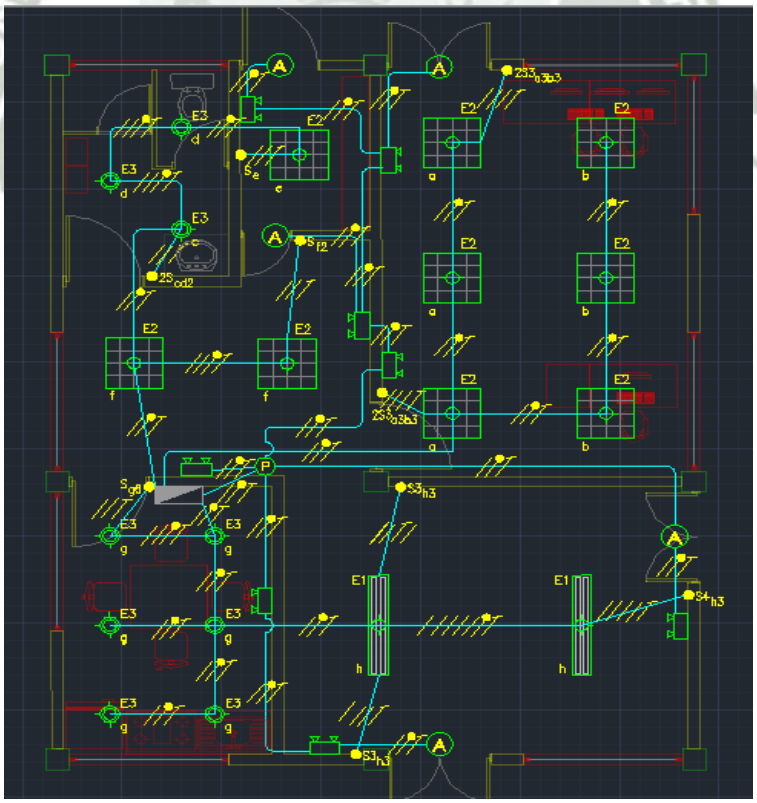
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

6.5. CALCULO DE ALIMENTADORES ELÉCTRICOS

Para poder efectuar los cálculos respectivos y seleccionar los conductores es necesario primero realizar el alambrado de las instalaciones interiores y exteriores, para así poder estimar las distancias que recorrerá cada conductor.

Se elaboró un plano con el alambrado interior y exterior para su mejor comprensión, y se muestra una imagen de cada uno a manera de referencia. Las distancias fueron medidas en base al arreglo general de la instalación, y el plano elaborado de alambrado sobre el cual se trabajó la parte eléctrica.

Grafico 54: Cableado cuarto de control y oficinas (iluminación e iluminación de emergencia)



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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Grafico 55: Cableado cuarto eléctrico y de baterías (iluminación y tomas)

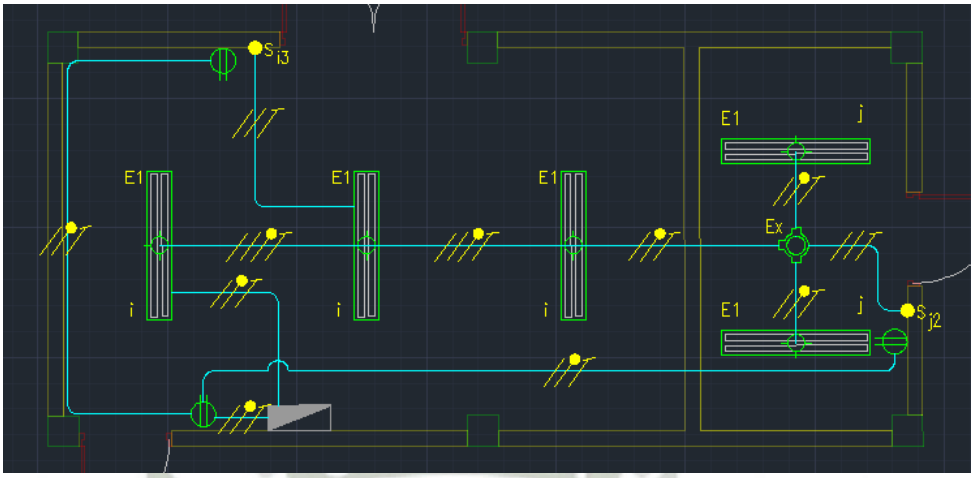
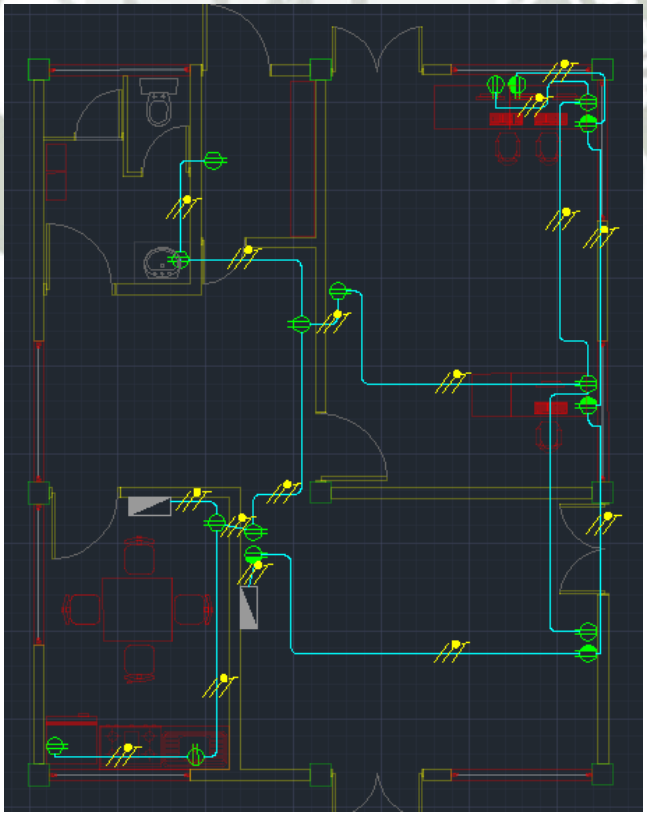


Grafico 56: Cableado cuarto de control y oficinas (tomacorrientes regulados y normales)

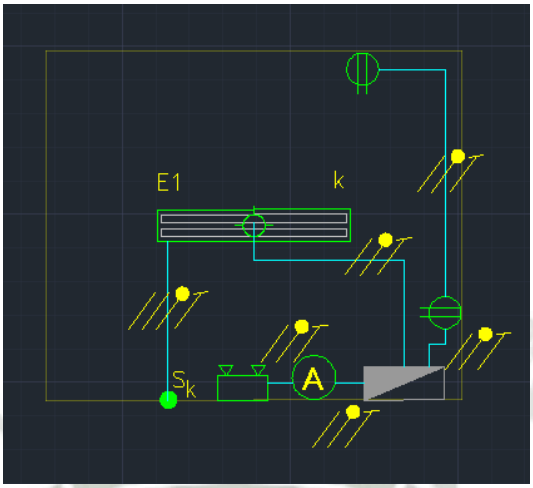


Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

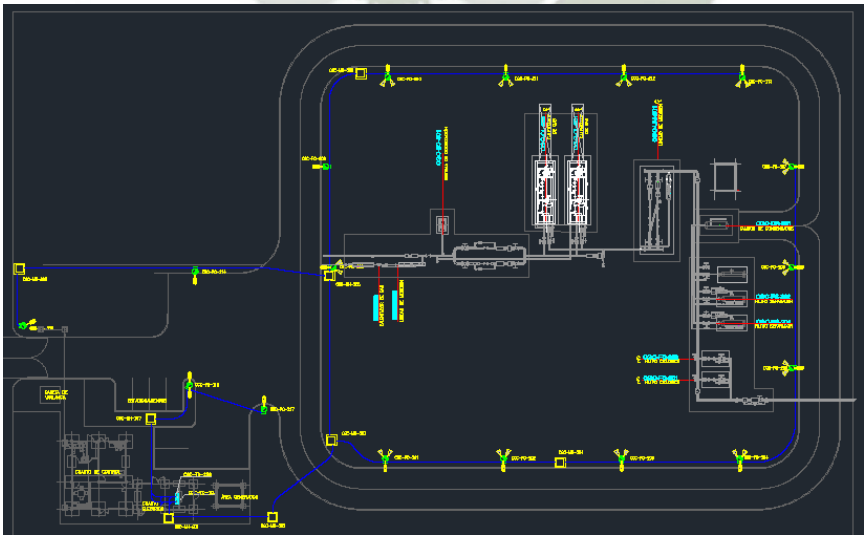
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Grafico 57: Iluminación y tomacorrientes caseta de vigilancia



De acuerdo a los planos de alambrado desarrollados se estimaron las longitudes de los conductores. Para determinar las longitudes del alumbrado exterior (el de procesos, áreas de circulación y emergencia) es necesario elaborar la planimetría de ubicación de postes. Se elaboró un plano completo sobre la planimetría del City Gate. Se muestra una imagen de referencia.

Grafico 58: Planimetría cableado exterior



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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

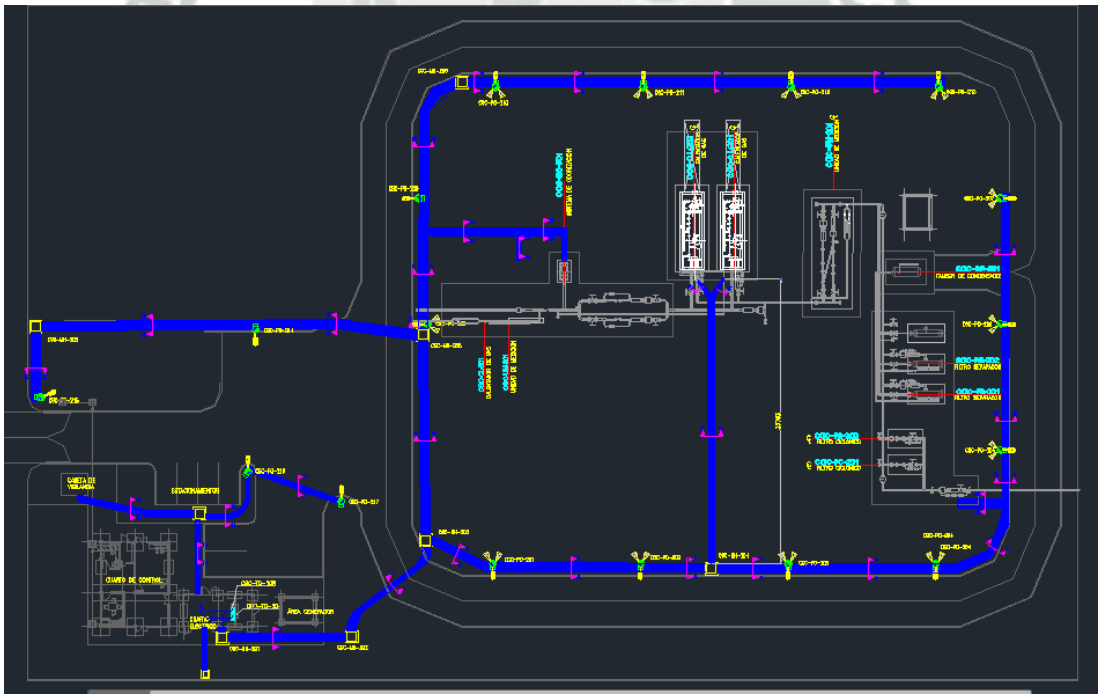
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

De acuerdo a esta disposición de postes se determinó las longitudes que tendrán los alimentadores para la iluminación.

Para determinar las longitudes de los equipos que se alimentaran en el área de procesos es necesario antes elaborar el plano de bancoductos sobre los cuales se instalaran los cables. Se elaboró un plano de bancoductos en donde se incluyen los cortes de los bancoductos. Se muestra una imagen de referencia.

A continuación se muestra un resumen de las distancias medidas para luego proceder al cálculo de los alimentadores. Los planos completos se encontraran en los anexos respectivos. Se ha considerado un incremento del 10% en las distancias por posibles errores en las mediciones.

Grafico 59: Recorrido de bancoductos



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 103: Distancias de alimentadores

DISTANCIAS DE ALIMENTADORES				
DESDE	**HASTA**	**DISTANCIA MÁXIMA**	**L + 10%**	**DISTANCIA FINAL**
		(mm)	**(mm)**	**(Km)**
TABLERO CUARTO DE CONTROL CGC-TD-205	ILUMINACIÓN COCINA Y CUARTO DE ISTR.	6375.00	7012.50	0.0070
TABLERO CUARTO DE CONTROL CGC-TD-205	ILUMINACIÓN CUARTO DE CONTROL	9862.00	10848.20	0.0108
TABLERO CUARTO DE CONTROL CGC-TD-205	ILUMINACIÓN BAÑO/EXCLUSA/ÁREA COMÚN	9346.00	10280.60	0.0103
TABLERO CUARTO DE CONTROL CGC-TD-205	ILUMINACIÓN EMERGENCIA	8193.00	9012.30	0.0090
TABLERO CUARTO DE CONTROL CGC-TD-205	TOMAS CUARTO DE CONTROL Y OFICINAS	14967.00	16463.70	0.0165
TABLERO CASETA DE VIGILANCIA CGC-TD-203	ILUMINACIÓN CASETA DE VIGILANCIA	1540.00	1694.00	0.0017
TABLERO CASETA DE VIGILANCIA CGC-TD-203	TOMAS CASETA DE VIGILANCIA	3214.00	3535.40	0.0035
TABLERO CASETA DE VIGILANCIA CGC-TD-203	ALUMBRADO EMERGENCIA CASETA DE V.	1000.00	1100.00	0.0011

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

TABLERO DE CUARTO ELÉCTRICO CGC-TD-202	ILUMINACIÓN CUARTO ELÉCTRICO Y DE BATERÍAS	9142.00	10056.20	0.0101
TABLERO DE CUARTO ELÉCTRICO CGC-TD-202	TOMAS CUARTO ELÉCTRICO Y DE BATERÍAS	7419.00	8160.90	0.0082
TABLERO MODULO RECTIFICADOR CGC-TD-301	ROUTER CISCO CGC-RC-301	4000.00	4400.00	0.0044
TABLERO MODULO RECTIFICADOR CGC-TD-301	ROUTER CISCO CGC-RC-302	4000.00	4400.00	0.0044
TABLERO MODULO RECTIFICADOR CGC-TD-301	COMPUTADOR DE FLUJO CGC-FQIC-2301	80904.00	88994.40	0.0890
TABLERO MODULO RECTIFICADOR CGC-TD-301	SWITCH INDUSTRIAL CGC-EDS-308	4000.00	4400.00	0.0044
TABLERO MODULO RECTIFICADOR CGC-TD-301	PAQUETE PLC CALENTADOR CGC-PLC-341	96221.00	105843.10	0.1058
TABLERO MODULO RECTIFICADOR CGC-TD-301	PAQUETE PLC CALENTADOR CGC-PLC-342	96221.00	105843.10	0.1058
TABLERO MODULO RECTIFICADOR CGC-TD-301	PAQUETE PLC CALENTADOR CGC-PLC-345	80904.00	88994.40	0.0890
TABLERO MODULO RECTIFICADOR CGC-TD-301	PAQUETE PLC ODORIZADOR CGC-PLC-361	86273.00	94900.30	0.0949
TABLERO MODULO RECTIFICADOR	PAQUETE PLC CONTROL CGC-PLC-301	4000.00	4400.00	0.0044

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CGC-TD-301				
TABLERO MODULO RECTIFICADOR CGC-TD-301	PAQUETE PLC EMERGENCIA CGC-PLC-302	4000.00	4400.00	0.0044
TABLERO MODULO RECTIFICADOR CGC-TD-301	CONTROLADOR ESD	109426.00	120368.60	0.1204
TABLERO MODULO RECTIFICADOR CGC-TD-301	MONITOR DE SOLIDOS CGC-AYT-2101	80904.00	88994.40	0.0890
TABLERO MODULO RECTIFICADOR CGC-TD-301	MEDIDOR DE FLUJO ULTRASÓNICO CGC-FY-2301/2302	80904.00	88994.40	0.0890
TABLERO UPS CGC-TD-207	TOMAS REGULADAS	15808.00	17388.80	0.0174
TABLERO UPS CGC-TD-207	S. RECTIFICADOR OPERACIÓN CGC-TD-501	5000.00	5500.00	0.0055
TABLERO UPS CGC-TD-207	A. CROMATOG. CGC-AYT-2301/2302/2303	109426.00	120368.60	0.1204
TABLERO UPS CGC-TD-207	SISTEMA FIRE AND GAS	5000.00	5500.00	0.0055
TABLERO AL. EXTERIOR DE EM. CGC-TD-208	CGC-PO-203/206	146376.00	161013.60	0.1610
TABLERO AL. EXTERIOR DE EM. CGC-TD-208	CGC-PO-208/215	128152.00	140967.20	0.1410
TABLERO AL. EXTERIOR DE EM. CGC-TD-208	CGC-PO-217	43365.00	47701.50	0.0477

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

TABLERO AL. EXTERIOR CGC-TD-204	CGC-PO-201/202/204/205/207	211287.00	232415.70	0.2324
TABLERO AL. EXTERIOR CGC-TD-204	CGC-PO-209/210/211/212/213/214	203483.00	223831.30	0.2238
TABLERO AL. EXTERIOR CGC-TD-204	CGC-PO-216	31940.00	35134.00	0.0351

Ahora se procederá a calcular y seleccionar todos los conductores para la alimentación eléctrica. Se calculara también los conduits dentro de los cuales estarán los conductores, teniendo como consideración que según el código de electricidad del Perú solo se permite hasta un 53% de ocupación del espacio en el conduit.

Grafico 59: Porcentaje de llenado de conduits y tuberías

Tabla 8
(Ver Regla 070-1014)

Máximo porcentaje de llenado de conductos y tuberías eléctricas

Tipos de conductor o cable	Número de conductores o cables multiconductores				
	1	2	3	4	Más de 4
Sin cubierta de plomo	53	31	40	40	40
Con cubierta de plomo	55	30	40	38	35

Con la siguiente tabla entonces quedan definidos los conductores y conduits a emplearse en el City Gate.

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

Tabla N° 104: Cálculo de conduits y alimentadores

ITEM	N° CONDUIT	CÓDIGO CABLE	TAG EQUIPO A ALIMENTAR	SERVICIO		FACTOR DE CALCULO (3F 01F)	POTENCIA NOMINAL			ALIMENTACIÓN		CORRIENTE		FACTOR DE POTENCIA (FP)	LONGITUD DEL CABLE PARA CALCULO DE REGULACIÓN (Km)	N° CONDUCTORES POR FASE	NUMERO DE CONDUCTORES POR DUCTO AWG (mm2)															CARACTERÍSTICAS POR CONDUCTOR (CABLE)					CAPACIDAD DE CORRIENTE TOTAL C16*C29	DERRATEO			CAPACIDAD DE CORRIENTE REAL C32*C33*C34*C35	CUMPLE CORRIENTE	% CAÍDA DE TENSIÓN	CUMPLE %ΔV	CONDUIT		
				DESDE	HASTA		POT	KVA	KW	VOLT (V)	N° DE FASES	NOMINAL In	In*1.25%																			DIÁMETRO TOTAL (mm)	SECCIÓN TRANSVERSAL TOTAL (mm2)	I NOMINAL (A) 30°C	Rac (Ohm/km)	Xac (Ohm/km)		POR TEMPERATURA AMBIENTE (NOTA 2)	POR AGRUPAMIENTO DE CONDUITS (NOTA 3)	POR NUMERO DE CABLES EN EL MISMO DUCTO		In *1.25 C36>C13		C37<5%	DIÁMETRO (Pulg)	CANTIDAD DE TUBOS	% DE OCUPACIÓN DEL DUCTO
C0	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20	C21	C22	C23	C24	C25	C26	C27	C28	C29	C30	C31	C32	C33	C34	C35	C36	C37	C38	C39	C40	C41	C42
1	NA	CGC-TF-101-P-1	CGC-TF-101	PUNTO DE DISEÑO	TRANSFORMADOR DEL CITY GATE CGC-TF-101	1.732	75	X		10000	3	4.330	5.413	0.85	1.821	1	3	X	1	/	C	X	1/0	(	70	)	9.500	70.882	159.000	0.689	1.180	159.000	0.87	1	1	138.330	SI	0.16%	SI	N.A.	N.A.	N.A.
2	C0	CGC-TD-201-P-2	CGC-TD-201	TRANSFORMADOR DEL CITY GATE CGC-TF-101	TABLERO PRINCIPAL CGC-TD-201	1.732	75	X		380	3	113.951	142.438	0.85	0.03	1	4	X	1	/	C	X	2/0	(	70	)	13.500	143.139	195.000	0.525	0.177	195.000	0.87	1	1	169.650	SI	0.70%	SI	2	1	28.25 %
3	C2	CGC-CL-201-P-3	CGC-CL-201	TABLERO PRINCIPAL CGC-TD-201	CALENTADOR CGC-CL-201	1.732	5.5		X	380	3	9.831	12.289	0.85	0.105	1	1	X	4	/	C	X	10	(	6	)	16.000	201.062	34.000	6.560	0.207	34.000	0.87	0.85	1	25.143	SI	2.09%	SI	1	1	39.68 %
4	C3	CGC-CL-202-P-4	CGC-CL-202	TABLERO PRINCIPAL CGC-TD-201	CALENTADOR CGC-CL-202	1.732	5.5		X	380	3	9.831	12.289	0.85	0.105	1	1	X	4	/	C	X	10	(	6	)	16.000	201.062	34.000	6.560	0.207	34.000	0.87	0.85	1	25.143	SI	2.09%	SI	1	1	39.68 %
5	C6	CGC-CL-501-P-5	CGC-CL-501	TABLERO PRINCIPAL CGC-TD-201	CALENTADOR CGC-CL-501	1.732	1		X	380	3	1.787	2.234	0.85	0.095	1	1	X	4	/	C	X	12	(	4	)	14.000	153.938	26.000	10.490	0.223	26.000	0.87	0.85	1	19.227	SI	0.54%	SI	1	1	30.38 %
6	C5	CGC-SO-501-P-6	CGC-SO-501	TABLERO PRINCIPAL CGC-TD-201	SISTEMA DE ODORIZACION CGC-SO-501	1	0.2		X	220	1	1.070	1.337	0.85	0.082	1	1	X	3	/	C	X	14	(	2.5	)	12.000	113.098	20.000	14.990	0.240	20.000	0.87	0.85	1	14.790	SI	0.88%	SI	1	1	22.32 %
7	NA	CGC-TD-202-P-7	CGC-TD-202	TABLERO PRINCIPAL CGC-TD-201	TABLERO DE CUARTO ELÉCTRICO CGC-TD-202	1	1.5	X		220	1	6.818	8.523	0.85	0.004	1	1	X	3	/	C	X	12	(	4	)	13.000	132.733	26.000	10.490	0.223	26.000	0.87	1	1	22.620	SI	0.17%	SI	N.A.	N.A.	N.A.
8	C8	CGC-TD-203-P-8	CGC-TD-203	TABLERO PRINCIPAL CGC-TD-201	TABLERO CASETA DE VIGILANCIA CGC-TD-203	1	0.6	X		220	1	2.727	3.409	0.85	0.035	1	1	X	3	/	C	X	14	(	2.5	)	12.000	113.098	20.000	14.990	0.240	20.000	0.87	0.85	1	14.790	SI	0.96%	SI	1	1	22.32 %
9	C14	CGC-TD-205-P-9	CGC-TD-205	TABLERO PRINCIPAL CGC-TD-201	TABLERO CUARTO DE CONTROL CGC-TD-205	1.732	4.5	X		380	3	6.837	8.546	0.85	0.015	1	1	X	4	/	C	X	10	(	6	)	16.000	201.062	34.000	6.560	0.207	34.000	0.87	0.85	1	25.143	SI	0.21%	SI	1	1	39.68 %

| | | |

| | | |

| | | |

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

6.7. SISTEMA DE PUESTA ATIERRA

Para el desarrollo del cálculo se utilizó el programa Aspix, de spartan lightning protección, a través de una versión trial.

6.7.3. Diseño del sistema de puesta a tierra

6.7.3.1 Características del terreno

De acuerdo al estudio de suelos preliminar, las áreas donde se pretende implementar el City Gate son muy similares y comparten el siguiente perfil estratigráfico.

Una capa superficial compuesta por gravas sub redondeadas y arena de grano medio de color beige, es decir mezclas de gravarena, de acuerdo al método unificado SUCS contiene la clasificación SP. Se encuentra desde la superficie hasta una profundidad de 1500 mm en promedio.

6.7.3.2. Parámetros de diseño

Para el diseño del sistema de puesta a tierra se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones La resistencia de puesta a tierra de la malla no deberá ser mayor a 10 Ohms de acuerdo a lo exigido en el CNE.

Debido al tipo de estratificación del suelo, y debido a la profundidad en que el cable del sistema de puesta a tierra será instalado, se consideró en el modelamiento una sola capa homogénea del tipo SP.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Considerando que la clasificación del terreno tipo SP no se encuentra expresamente en la tabla A2-06 de CNE- utilización, se ha considerado para este tipo de terreno una resistividad promedio derivada de los valores máximos de los terrenos tipo SM y GC. Determinándose en 450 Ohm-m.

De forma general el nivel de profundidad de acuerdo al CNE debe ser mayor a 600 mm, por lo que se ha considerado una profundidad de 750 mm como distancia mínima pudiendo ser esta en casos especiales mayor.

Se considera un tiempo de falla máximo de 0.5 segundos, después de los cuales se activaran las protecciones de los circuitos. Esto debido a que se tratara al City Gate como si fuera una Subestación Eléctrica debido a la peligrosidad intrínseca de este.

Grafico 60: Resistividades medias de terrenos típicos

Tabla A2-06 Resistividades medias de Terrenos Típicos

Terreno	Símbolo del Terreno	Resistividad Media [Ω.m]
Grava de buen grado, mezcla de grava y arena	GW	600 – 1 000
Grava de bajo grado, mezcla de grava y arena	GP	1 000 – 2 500
Grava con arcilla, mezcla de grava y arcilla	GC	200 – 400
Arena con limo, mezcla de bajo grado de arena con limo	SM	100 – 500
Arena con arcilla, mezcla de bajo grado de arena con arcilla	SC	50 – 200
Arena fina con arcilla de ligera plasticidad	ML	30 – 80
Arena fina o terreno con limo, terrenos elásticos	MH	80 – 300
Arcilla pobre con grava, arena, limo	CL	25 – 60
Arcilla inorgánica de alta plasticidad	CH	10 – 55

Nota: Estas resistividades clasificadas según el terreno están fuertemente influenciadas por la presencia de humedad.

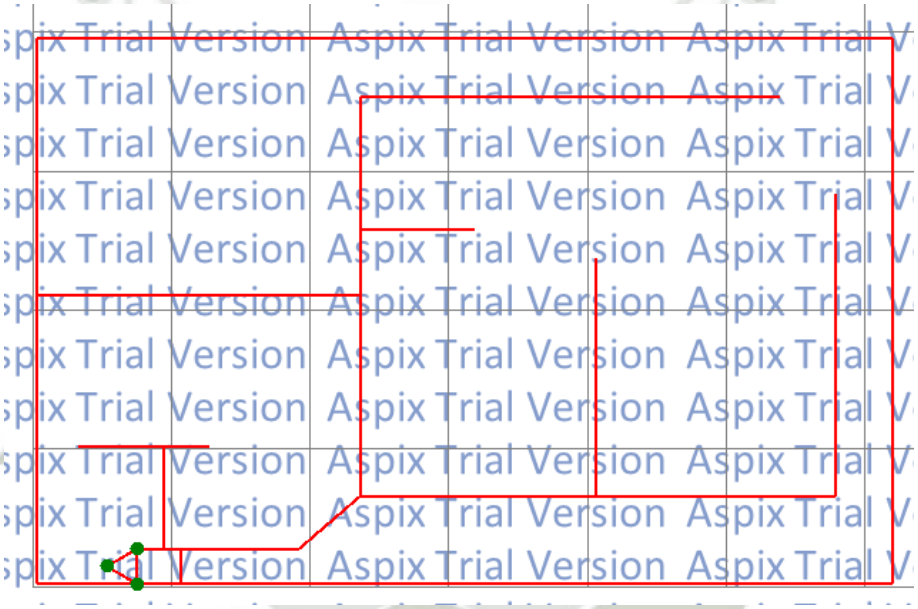
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Se ha elaborado una malla de acuerdo a los recorridos de los bancoductos y los requerimientos de las cargas a alimentar en el área de procesos. Adicional a esto se ha incluido en la malla a tierra la unión al cerco perimetral del City Gate. De esta manera se ha calculado la longitud de la malla de acuerdo al siguiente esquema. (el cálculo de longitudes se presenta en la tabla N°).

Grafico 61: Esquema malla de puesta a tierra



De esta manera la longitud de la malla será de 1244.37 m.

El calibre del conductor de la malla será del tipo cobre desnudo templado blando N° 2/0 AWG (el más utilizado para mallas en instalaciones industriales y subestaciones), equivalente a 70 mm2 de sección. Para las uniones de los equipos a las mallas de tierra se utilizara cables de cobre forrado de N° 2 AWG, equivalente a 35 mm de sección.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Las varillas de los pozos a tierra serán de 3/4" de diámetro y 2.4 m de longitud, y se instalaran de manera vertical en pozos dispuestos para tal fin. El número total de varillas instaladas será de 3, y sus ubicaciones se encuentran en la tabla N°.

Se elaboró un plano del sistema de puesta a tierra para mejor comprensión del mismo.

6.7.3.3. Calculo del sistema

Para obtener la corriente de cortocircuito se reemplaza los valores en la ecuación:

$$I_{ccs} = \frac{S}{\sqrt{3} * \frac{U_{cc}}{100} * U_s}$$

Reemplazamos los valores:

S=75 KVA, Ucc=4%, Us=380V

Reemplazando hallamos que la corriente de cortocircuito es

Ics=2.85 KA.

Para la obtención de los parámetros deseados se planteó la malla mostrada anteriormente en el programa Aspix y se procedió a calcular la resistencia de la malla. Asimismo se ingresó la resistividad del terreno, la profundidad de la malla y la máxima corriente que circulara por la malla al programa para calcular las tensiones de paso y de toque.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

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 105: Longitud de la malla de Puesta a Tierra

CABLE	COORDENADAS				L (m)
	INICIO		FINAL		
	X1	Y1	X2	Y2	
PERIMÉTRICO INFERIOR	0.57	0.58	124.05	0.58	124.62
PERIMÉTRICO IZQUIERDA	0.57	0.58	0.57	79.18	79.76
PERIMÉTRICO SUPERIOR	0.57	79.18	124.05	79.18	124.62
PERIMÉTRICO DERECHA	124.05	0.58	124.05	79.18	79.76
POZO 1 A 2	14.93	0.50	14.93	5.50	5.99
POZO 2 A 3	14.93	5.50	10.62	3.00	4.98
POZO 3 A 1	10.62	3.00	14.93	0.50	4.98
MALLA INFERIOR	47.19	13.12	115.89	13.12	163.08
MALLA IZQUIERDA	47.19	13.12	47.19	70.80	83.91
MALLA SUPERIOR	47.19	70.80	107.76	70.80	154.95
MALLA DERECHA	115.89	13.12	115.89	56.70	69.81
CALENTADORES	81.24	13.12	81.24	47.44	60.56
U. MEDICIÓN	47.19	51.57	63.65	51.57	110.84
SALIDA	47.19	42.04	0.57	42.04	47.75
EDIFICIO1	14.93	5.50	38.33	5.50	53.26
EDIFICIO 2	38.33	5.50	47.19	13.12	11.69
EDIFICIO 3	18.92	5.50	18.92	20.32	25.81
EDIFICIO 4	25.42	20.32	6.52	20.32	31.93
POZO 1	14.93	0.50			
POZO 2	14.93	5.50			
POZO 3	10.62	3.00			
UNIÓN	21.30	0.58	21.30	5.50	6.08
LONGITUD TOTAL DE LA MALLA					**1244.37**

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Grafico 62: Resultados malla puesta a tierra

Description	Value
Grounding grid resistance (Ohm)	2.478
Ground Potenctial Rise GPR (V)	354.324
Tollerable Touch Voltage - 70 kg person (V)	371.903
Tollerable Touch Voltage - 50 kg person (V)	274.782
Touch Voltage (V)	137.996
Tollerable Step Voltage - 70 kg person (V)	821.517
Tollerable Step Voltage - 50 kg person (V)	606.980
Step Voltage (V))	27.075

6.7.3.4. Análisis de resultados

Como vemos el valor de la resistencia de la malla es de 2.478 Ohm, mucho menor al valor de 10 Ohm limite. Además las tensiones de paso y de toque están por debajo de los valores máximos permitidos por el estándar N°80 de la IEEE, estándar que es adoptado por el CNE.

Grafico 63: Máximas tensiones de toque y de paso permitidas

Tabla 52
(Ver Reglas 190-304, 190-306, 190-308, 190-310 y 190-312)
Tensiones de toque y paso tolerables

Tipo de suelo	Resistividad Ω-m	Duración de falla 0,5 segundos		Duración de falla 1,0 segundos	
		Tensión de paso V	Tensión de toque V	Tensión de paso V	Tensión de toque V
Orgánico Mojado	10	174	166	123	118
Húmedo	100	263	188	186	133
Seco	1 000	1 154	405	816	286
Piedra Partida 105 mm	3 000	3 143	885	2 216	626
Cama de Roca	10 000	10 065	2 569	7 116	1 816

Nota 1: Tabla calculada de acuerdo al IEEE Standard Nº 80.

Nota 2: La instalación de una subestación típica se diseña para una duración de falla de 0,5 segundos y el total de la superficie dentro del cerco es cubierto con una capa de piedra partida de 150 mm de espesor con una resistividad de 3 000 Ω-m.

Nota 3: Se debe tener en cuenta el cumplimiento de la Norma IEC 60479.

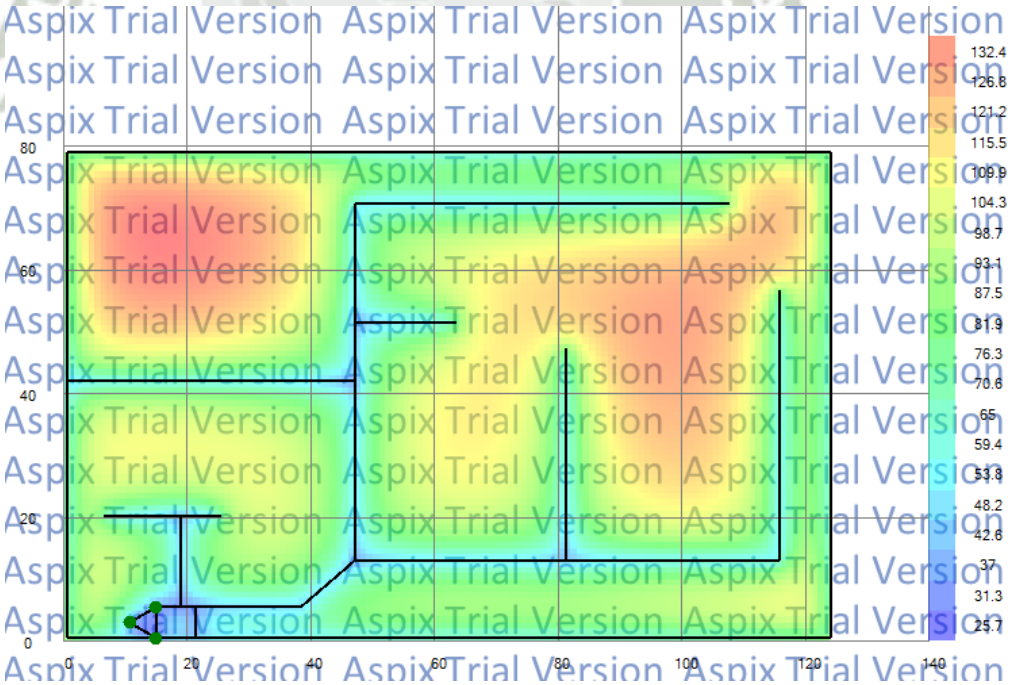
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Los gráficos de las tensiones de toque y de paso se muestran a continuación:

Grafico 64: Tensiones de Toque (3D y 2D)

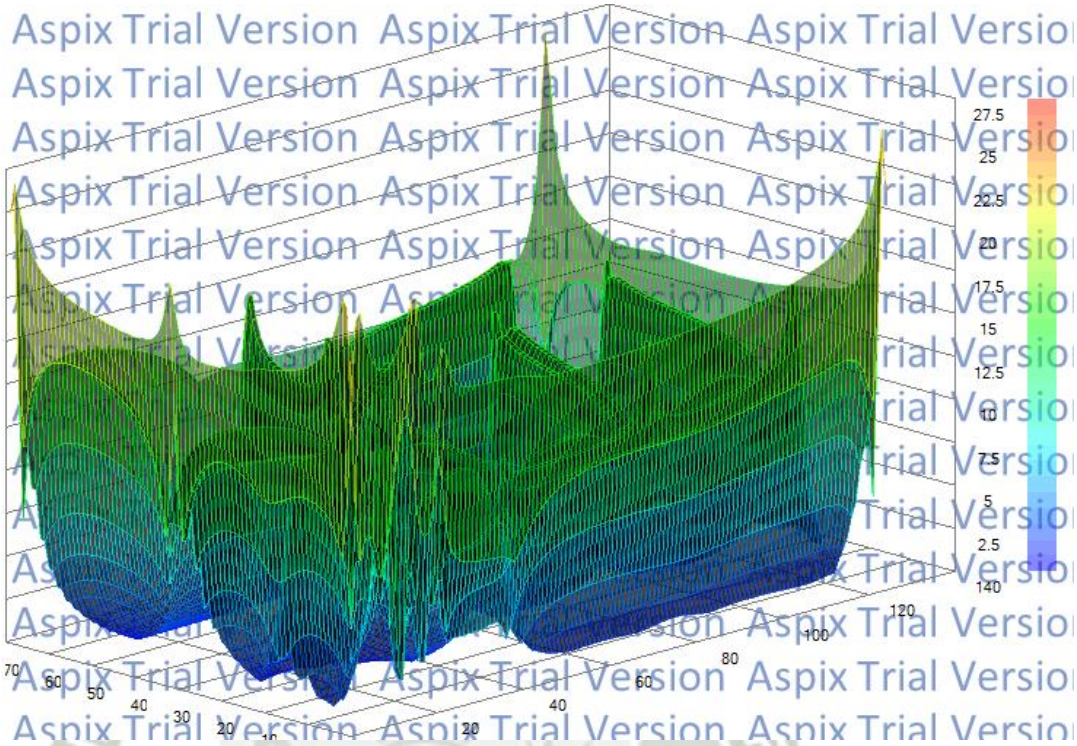


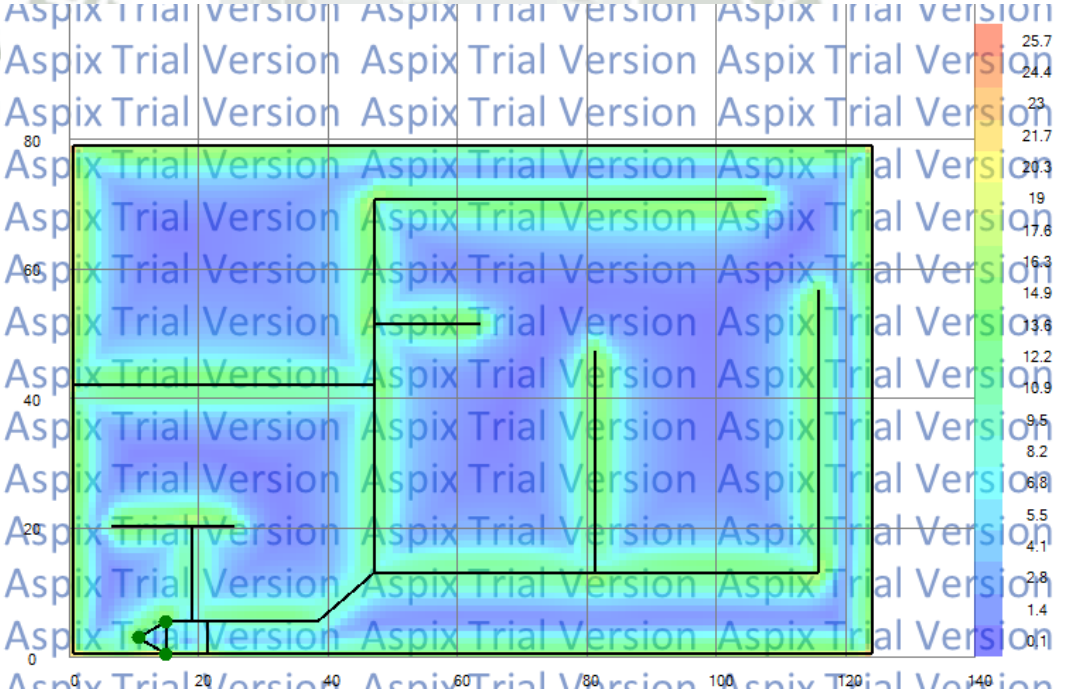
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Grafico 65: Tensiones de Paso (3D y 2D)





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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Hay que considerar que una vez que se haya instalado el sistema de puesta a tierra en el City Gate, será imprescindible que el instalador realice la medición de la resistencia del sistema. Los resultados deberán ser menores a 10 Ohm, caso contrario de deberán agregar contrapesos hasta lograr el valor solicitado.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES

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 el presente trabajo se presentó un método que permite diseñar sistemáticamente una estación reductora de presión (City Gate) de gas natural. El método propuesto está compuesto por una etapa de análisis donde se determinan y clasifican las variables determinantes de diseño, continúa con la realización de simulaciones estacionarias a fin de predecir el comportamiento del Gas Natural, y termina con la adecuada selección de componentes a fin de garantizar el correcto desempeño de la instalación. Todo el conocimiento generado puede ser utilizado para proponer mejoras en el diseño y en los procedimientos de operación.

- Se explicó en su totalidad el proceso al que somete el gas natural, generándose así un conocimiento que le servirá a los operadores de la estación tomar decisiones adecuadas.

- Las condiciones mínimas en los campos térmico, hidráulico y eléctrico se presentan en la legislación vigente del Perú sobre gas natural. Es cierto que a nivel internacional las normas técnicas se han estandarizado, pero en cada país existen normas y acuerdos sobre la distribución y comercialización que afectan al diseño.

- La flexibilidad operativa que se propone en la instalación junto con los posibles escenarios de falta de equipos, permite las paradas ocasionadas por falla del sistema y paros programados de mantenimiento, abasteciendo con gas a la ciudad y las empresas las 24 horas del día, los 7 días de la semana.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- La disposición en campo del arreglo de tuberías facilita el procedimiento constructivo de la instalación por los amplios espacios de la instalación.

- Es importante notar que la normativa Peruana está conforme y en muchos casos toma como base muchas normas de la ASME, API, ASTM, etc., dejando claro que el Perú implementa proyectos de Gas Natural con los más altos estándares de seguridad, mostrando un nivel técnico elevado en esta industria que es emergente en el país.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CAPÍTULO VIII

OBSERVACIONES Y

RECOMENDACIONES

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 completar el presente proyecto hace falta el diseño de todo el sistema de instrumentación, el cual implica la selección de instrumentos y la creación de bancoductos por los que cruzaran los cables de datos de cada instrumento. Es importante verificar que no ocurran interferencias entre los bancoductos eléctricos y las tuberías enterradas al proyectar la red de bancoductos de instrumentación.

- El presente diseño implica el uso de válvulas para corte de servicio (shutdown) con accionamiento gas hidráulico, sin embargo en caso de no poder implementar este tipo de válvulas es posible remplazar el accionamiento por un accionamiento neumático o eléctrico, debiendo verificarse que las reservas contempladas en los cálculos eléctricos cubran la demanda de las válvulas eléctricas o la demanda de un sistema de aire comprimido. Además se deberá replantear el recorrido de bancoductos y realizar todos los planos isométricos de las líneas de aire comprimido.

- Para la adecuada implementación del proyecto se recomienda pedir para cada componente del sistema un certificado de calidad, que asegure que los materiales empleados cumplen con las normas que la especificación solicita.

- Se recomienda realizar el cálculo de toda la instalación de una manera sistematizada y si es posible automatizada, ya que uno de los requerimientos de osinergmin en el Perú es mostrar todos los cálculos antes de implementar cualquier proyecto que

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

emplee Gas Natural; en el eventual caso de que se debiera modificar o hacer una revisión al proyecto, será más fácil modificarlo si el cálculo esta automatizado.

- Cada vez que se realice una corrida en el programa Aspem Hysys es necesario poner el valor de inicio de iteraciones de válvulas en cero para borrar el valor generado en la anterior corrida.

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 IX

BIBLIOGRAFÍA

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- NTP 111.010, Gas Natural Seco. Sistema de Tuberías para instalaciones internas industriales
- GPSA, Engineering data book
- Mohinder L. Bayyar,Piping Handbook
- DLY-IN-X-504-R0, Bases de diseño proyecto contugas
- DS-040-2008, Reglamento de distribución de gas natural por red de ductos
- DS-081-2007, Reglamento de transporte de hidrocarburos por ductos
- http://es.wikipedia.org/wiki/Gas_natural
- https://www.holaluz.com/blog/que-es-el-shale-gas/
- http://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Pa%C3%ADses_por_reservas_probadas_de_gas_natural
- http://web.archive.org/web/20130309174844/https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/rankorder/2179rank.html
- http://web.ing.puc.cl/~power/alumno02/gasmarket/3.1.htm
- http://web.ing.puc.cl/~power/alumno02/gasmarket/3.1.htm
- https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/rankorder/2249rank.html
- http://www.ehowenespanol.com/extrae-procesa-refina-gas-natural-como_179514/
- http://www2.osinerg.gob.pe/Pagina%20Osinergmin/Gas%20Natural/Contenido/Cuad/gcexit.png
- http://gasnatural.osinerg.gob.pe/Aplicativos/desarrollo_gas_natural/02distribucion.html?keepThis=true&TB_iframe=true&height=610&width=980

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- http://es.wikipedia.org/wiki/Gas_de_Camisea
- http://www.gasnaturalfenosa.com.mx/mx/conocenos/atencion+vecinal/1297099020919/como+se+extrae+el+gas+natural.html
- http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Location_of_the_province_Chincha_in_Ica.svg
- http://es.wikipedia.org/wiki/Brida_(tuber%C3%ADas)
- http://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/quimica/3_anio/integracion3/Gases_y_vapores.pdf
- http://acer.forestales.upm.es/basicas/udfisica/asignaturas/fisica/termo1p/gasreal.html
- http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_alimentaci%C3%B3n_ininterrumpida
- http://www.ehowenespanol.com/sistema-alimentacion-ininterrumpida-ups-info_276362/
- http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-59232003000200006&script=sci_arttext
- http://www.minambiente.gov.co/documentos/GUIA_D~4.PDF
- https://gpsa.gpaglobal.org/databook/
- http://www.gasnea.com.ar/fideicomisos/entrerios/C%20Particulares_E%20Tecnicas_Plan%20Cotizacion_254_GUA%20A+ERP.pdf
- http://igs.nigc.ir/STANDS/BOOK/HB-PIPING.PDF
- http://www.nfpa.org/codes-and-standards

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- http://www2.osinerg.gob.pe/MarcoLegal/docrev/DS-040-2008-EM-CONCORDADO.pdf
- http://www2.osinerg.gob.pe/MarcoLegal/docrev/DS-081-2007-EM-CONCORDADO.pdf
- http://www.ehowenespanol.com/mide-gas-natural-volumen-info_256620/
- http://www.inti.gov.ar/metrologia/pdf/medidores-gas.pdf
- http://www.monografias.com/trabajos25/disenio-tuberias/disenio-tuberias.shtml
- http://www.oilproduction.net/files/Medicion.pdf
- http://materias.fi.uba.ar/7609/material/S0305MedicionCaudal1.pdf
- http://www.mem.gob.pe/minem/archivos/file/DGGAE/ARCHIVOS/estudios/EIAS%20-%20hidrocarburos/EIA/CONGAS/Volumen%20I.pdf
- http://www.ypfb.gob.bo/documentos/contrataciones/gnrgd/CDA-090/ANEXO2-DBC-90-1C.pdf
- http://intranet2.minem.gob.pe/web/archivos/camisea/estudios/variantecanete/Resumen%20Ejecutivo/Resumen%20Ejecutivo.pdf
- http://materias.fi.uba.ar/7609/material/Clase%2001%20Intro/01%20Introduccion.pdf
- http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-56092007000300010&script=sci_arttext
- http://www.monografias.com/trabajos91/anteproyecto-manual-reductora/anteproyecto-manual-reductora2.shtml
- http://es.wikipedia.org/wiki/Plantas_de_procesamiento_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

- http://ioscproceedings.org/doi/pdf/10.7901/2169-3358-2008-1-1017
- http://siteresources.worldbank.org/EXTGGFR/Resources/578068-1170260830334/petroecuador_lopez_foro.pdf

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 N°1
CODIGOS, NORMAS Y ESTANDARES

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CODIGOS, NORMAS Y ESTANDARES

CITY GATE CAMISEA

GENERALES

- DS-040-2008, Reglamento de distribución de gas natural por red de ductos
- DS-081-2007, Reglamento de transporte de hidrocarburos por ductos
- GPSA, Engineering data book
- NTP 111.010, Gas Natural Seco. Sistema de Tuberías para instalaciones internas industriales

PIPING

- ASME B31.3, Process piping systems
- ASME B31.8, Gas transmission and distribution piping systems
- API 5L, Specification for line pipe
- API 6D, Trunnion mounted bal valves
- ASME B.16.5, Pipe flanges and fittings
- ASME B16.10, face to face and end to end dimensions of valves
- ASME B16.20, Metallic gasketfor pipe flanges - ring - joint, spiral - would and jacketed
- ASME B16.34, Valves, flanged,threaded and end welding end
- ASEM B36.10, Welded and seamless wrought steel pipe
- ASME B16.21, Nonmetallic flat gaskets for pipe flanges
- ASME B16.25, Buttwelding ends
- ASME B16.28 Wrought Steel Buttwelding Short Radius Elbows and Returns
- ASME B16.38 Large Metallic Valves for Gas Distribution
- ASME B16.11, Forged steel fittings, socket - welding and threaded
- ASME B16.9, Factory-Made Wrought Steel Buttwelding Fittings
- ASME B16.33, Manually Operated Metallic Gas Valves or Use in Gas Piping Systems up to 125 psig
- ASME B16.36, Orifice Flanges
- ASEM B16.38, Large Metallic Valves for Gas Distribution
- API 600, Bolted Bonnet Steel Gate Valves for Petroleum and Natural Gas Industries
- API 601, Metallic Gaskets for Piping Standard for Spiral-Wound Gaskets

MATERIALS

- ASTM A234, Piping Fittings of Wrought Carbon Steel and Alloy Steel for Moderate and Elevated Temperature
- ASTM A 105, Carbon steel forgings for piping applications.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- ASTM A53, Pipe, Steel, Black and Hot-Dipped, Zinc Coated, Welded and Seamless
- ASTM A106, Seamless Carbon steel pipe for high temperature service
- ASTM A333, Seamless and welded steel pipe for low temperature service
- ASTM A860, Standard Specification for Wrought High – Strength
- ASTM D2487, Standard test method for classification of soils for engineering purposes
- ASTM A350, specifications for weld fittings and flanges.
- ASTM A194, Standard Specification for Carbon and Alloy Steel Nuts for Bolts for High Pressure or High Temperature Service, or Both
- ASTM A193, Standard Specification for Alloy-Steel and Stainless Steel Bolting for High Temperature or High Pressure Service and Other Special Purpose Applications

ELECTRICAL

- API RP 500, Recomended practice for classification of locations for electrical instalation at petroleum facilities classified as class 1, division 1 and division 2
- NFPA 497, Recomended practice for classification of flamable liquids, gaser or vapors and of hazardous locations for electrical instalation in chemical process areas
- UNE-EN 1838, emergency lightning guide
- UNE-EN-12464-1, Lighting of work places part 1: indoor work places
- UNE-EN-12464-2, Lighting of work places part 2: outdoor work places
- CNE, tomo suministro
- CNE, tomo utilizacion
- NEC, National Electric Code
- NF C 17-102, French standard: protection of structures and open areas against lightning using early streamer amission air terminals

SIMBOLOGY

- ANSI/ISA S 5.1-1984 (R1992), Instrumentation symbology

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 N°2

SISTEMA DE UNIDADES SI

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

SISTEMA DE UNIDADES SI

CITY GATE CAMISEA

Tabla 1. Unidades de base SI

Magnitud de base	Unidad de base SI	
	Nombre	Símbolo
longitud	metro	m
masa	kilogramo	kg
tiempo	segundo	s
corriente eléctrica	ampere	A
temperatura termodinámica	kelvin	K
cantidad de materia	mol	mol
intensidad luminosa	candela	cd

Tabla 2. Ejemplos de unidades SI derivadas expresadas en términos de las unidades de base

Magnitud derivada	Unidad derivada SI	
	Nombre	Símbolo
superficie	metro cuadrado	m^2
volumen	metro cúbico	m^3
velocidad	metro por segund	m/s
aceleración	metro por segundo cuadrado	m/s^2
número de ondas	recíproco de metro	m^{-1}
densidad	kilogramo por metro cúbico	kg/m^3
volumen específico	metro cúbico por kilogramo	m^3/kg
densidad de corriente	ampere por metro cuadrado	A/m^2
campo magnético	ampere por metro	A/m
concentración (de cantidad de materia)	mol por metro cúbico	mol/m^3
luminancia	candela por metro cuadrado	cd/m^2
índice de refracción	(el número) uno	1(a)

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 3. Unidades SI derivadas con nombres y símbolos especiales

Magnitud derivada	Unidad derivada SI			
	Nombre	Símbolo	Expresada en término de otra unidad SI	Expresada en término de unidades SI de base
ángulo plano	radian (a)	rad		$m \cdot m^{-1} = 1$ (b)
ángulo sólido	estereoradián (a)	sr(c)		$m^2 \cdot m^{-2} = 1$(b)
frecuencia	hertz	Hz		s^{-1}
fuerza	newton	N		$m \cdot kg \cdot s^{-2}$
presión, tensión	pascal	Pa	N/m^2	$m^{-1} \cdot kg.s^{-2}$
energía, trabajo, cantidad de calor	joule	J	$N \cdot m$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$
potencia, flujo energético	watt	W	J/s	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3}$
carga eléctrica, cantidad de electricidad	coulomb	C		$s \cdot A$
diferencia de potencial eléctrico, fuerza electromotriz	volt	V	W/A	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$
capacidad	farad	F	C/V	$m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^4 \cdot A^2$
resistencia eléctrica	ohm	Ω	V/A	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-2}$
conductancia eléctrica	siemens	S	A/V	$m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^3 \cdot A^2$
flujo magnético	weber	Wb	$V \cdot s$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$
densidad de flujo magnético	tesla	T	Wb/m^2	$kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$
inductancia	henry	H	Wb/A	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-2}$
temperatura Celsius	grado Celsius (d)	ºC		K
flujo luminoso	lumen	lm	$cd \cdot sr(c)$	cd
iluminancia	lux	lx	lm/m^2	$m^{-2} \cdot cd$
actividad (referida a un radionucleido)	becquerel	Bq		s^{-1}
dosis absorbida, energía específica (impartida),kerma	gray	Gy	J/kg	$m^2 \cdot s^{-2}$
dosis equivalente, dosis equivalente ambiente, dosis equivalente direccional, dosis equivalente personal, dosis equivalente en órganos	sievert	Sv	J/kg	$m^2 \cdot s^{-2}$
Actividad catalítica	katal	kat		$s^{-1} \cdot mol$

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

La presión se empleara con mucha frecuencia en bares o psi, cuya equivalencia es la siguiente:

$$1\ pascal\ =\ 0.001\ bar\ =0.14503\ psi$$

Tabla 4. Ejemplos de unidades SI derivadas cuyos nombres y símbolos incluyen unidades SI derivadas con nombres y símbolos especiales

Magnitud derivada	Unidad derivada SI		
	Nombre	Símbolo	Expresada en término de unidades SI de base
viscosidad dinámica	pascal segundo	Pa·s	$m^{-1}·kg·s^{-1}$
momento de una fuerza	newton metro	N·m	$m^{2}·kg·s^{-2}$
tensión superficial	newton por metro	N/m	$kg·s^{-2}$
velocidad angular	radián por segundo	rad/s	$m·m^{-1}·s^{-1} = s^{-1}$
aceleración angular	radian por segundo cuadrado	rad/s^2	$m·m^{-1}·s^{-2} = s^{-2}$
densidad de flujo de calor, irradiancia	watt por metro cuadrado	W/m^2	$kg·s^{-3}$
capacidad térmica, entropía	joule por kelvin	J/K	$m^{2}·kg·s^{-2}·K^{-1}$
capacidad térmica específica, entropía específica	joule por kilogramo kelvin	J/(kg·K)	$m^{2}·s^{-2}·K^{-1}$
energía específica	joule por kilogramo	J/kg	$m^{2}·s^{-2}$
conductividad térmica	watt por metro kelvin	W/(m·K)	$m·kg·s^{-3}·K^{-1}$
densidad de energía	joule por metro cúbico	J/m^3	$m^{-1}·kg·s^{-2}$
campo eléctrico	volt por metro	V/m	$m·kg·s^{-3}·A^{-1}$
densidad de carga eléctrica	coulomb por metro cúbico	C/m^3	$m^{-3}·s·A$
desplazamiento eléctrico	coulomb por metro cuadrado	C/m^2	$m^{-2}·s·A$
permitividad	farad por metro	F/m	$m^{-3}·kg^{-1}·s^{4}·A^{2}$
permeabilidad	henry por metro	H/m	$m·kg·s^{-2}·A^{-2}$
energía molar	joule por mol	J/mol	$m^{2}·kg·s^{-2}·mol^{-1}$
entropía molar, capacidad térmica molar	joule por mol kelvin	J/(mol·K)	$m^{2}·kg·s^{-2}·K^{-1}·mol^{-1}$
exposición (rayos x y ɣ)	coulomb por kilogramo	C/kg	$kg^{-1}·s·A$
tasa de dosis absorbida	gray por segundo	Gy/s	$m^{2}·s^{-3}$
intensidad radiante	watt por estereoradián	W/sr	$m^{4}·m^{-2}·kg·s^{-3} = m^{2}·kg·s^{-3}$

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

radiancia	watt por metro cuadrado estereoradián	$W/(m^2 \cdot sr)$	$m^2 \cdot m^{-2} \cdot kg \cdot s^{-3} = kg \cdot s^{-3}$
concentración (actividad) catalítica	katal por metro cúbico	kat/m^3	$m^{-3} \cdot s^{-1} \cdot mol$

Tabla 5. Prefijos SI

Factor	Nombre	Símbolo	Factor	Nombre	Símbolo
10^{24}	yotta	Y	10^{-1}	deci	d
10^{21}	zetta	Z	10^{-2}	centi	c
10^{18}	exa	E	10^{-3}	mili	m
10^{15}	peta	P	10^{-6}	micro	μ
10^{12}	tera	T	10^{-9}	nano	n
10^{9}	giga	G	10^{-12}	pico	p
10^{6}	mega	M	10^{-15}	femto	f
10^{3}	kilo	k	10^{-18}	atto	a
10^{2}	hecto	h	10^{-21}	zepto	z
10^{1}	deca	da	10^{-24}	yocto	y

Tabla 6. Unidades no pertenecientes al SI, aceptadas para el uso con el Sistema Internacional

Nombre	Símbolo	Valor en unidades SI
minuto	min	1 min = 60s
hora	h	1h = 60 min = 3 600 s
día	d	1d = 24 h = 86 400 s
grado	º	1º = (π/180) rad
minuto	´	1´= (1/60)º = (π/10 800) rad
segundo	“	1” = (1/60)´= (π/648 000) rad
litro	l,L	$1l = 1dm^3 = 10^{-3}\ m^3$
tonelada	t	$1t = 10^3$ kg
neper	Np	1 Np = 1
bel	B	1 B = (1/2) ln 10 (Np)

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 N°3

P&ID

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

CGC-FC-201/202
FILTRO CICLÓNICO

TIPO: VERTICAL
CAPACIDAD: 43,70 MMSCFD C/U
PRES. OPERACIÓN/DISEÑO: 65,0 Barg~135,0 Barg / 150,4 Barg
TEMP. OPERACIÓN/DISEÑO: 9°C~30°C / 50°C
MAX. TAMAÑO DE PARTICULA: 10 MICRAS.

CGC-FS-201/202
FILTRO SEPARADOR

TIPO: HORIZONTAL
CAPACIDAD: 43,70 MMSCFD C/U
PRES. OPERACIÓN/DISEÑO: 65,0 Barg~134,5 Barg / 150,4 Barg
TEMP. OPERACIÓN/DISEÑO: 9°C~30°C / 50°C
MAX. TAMAÑO DE PARTICULA: 5 MICRAS.

CGC-UM-201
UNIDAD DE MEDICIÓN

TIPO: ULTRASÓNICO/TURBINA
CAPACIDAD: 43,70 MMSCFD
PRES. OPERACIÓN/DISEÑO: 65,0 Barg~135,0 Barg / 150,4 Barg
TEMP. OPERACIÓN/DISEÑO: 9°C~30°C / 50°C

CGC-CL-201/202
CALENTADOR DE GAS

TIPO: INDIRECTO CON BAÑO DE AGUA
DUTY: 5,6 MMBTU/H C/U
PRES. OPERACIÓN/DISEÑO: 65,0 Barg~135,0 Barg / 150,4 Barg
(LADO TUBOS)
TEMP. OPERACIÓN/DISEÑO: ENTRADA: 9°C~30°C / 50°C
(LADO TUBOS) SALIDA: 29,23°C~54,66°C / 60°C

CGC-UM-501
UNIDAD DE MEDICIÓN

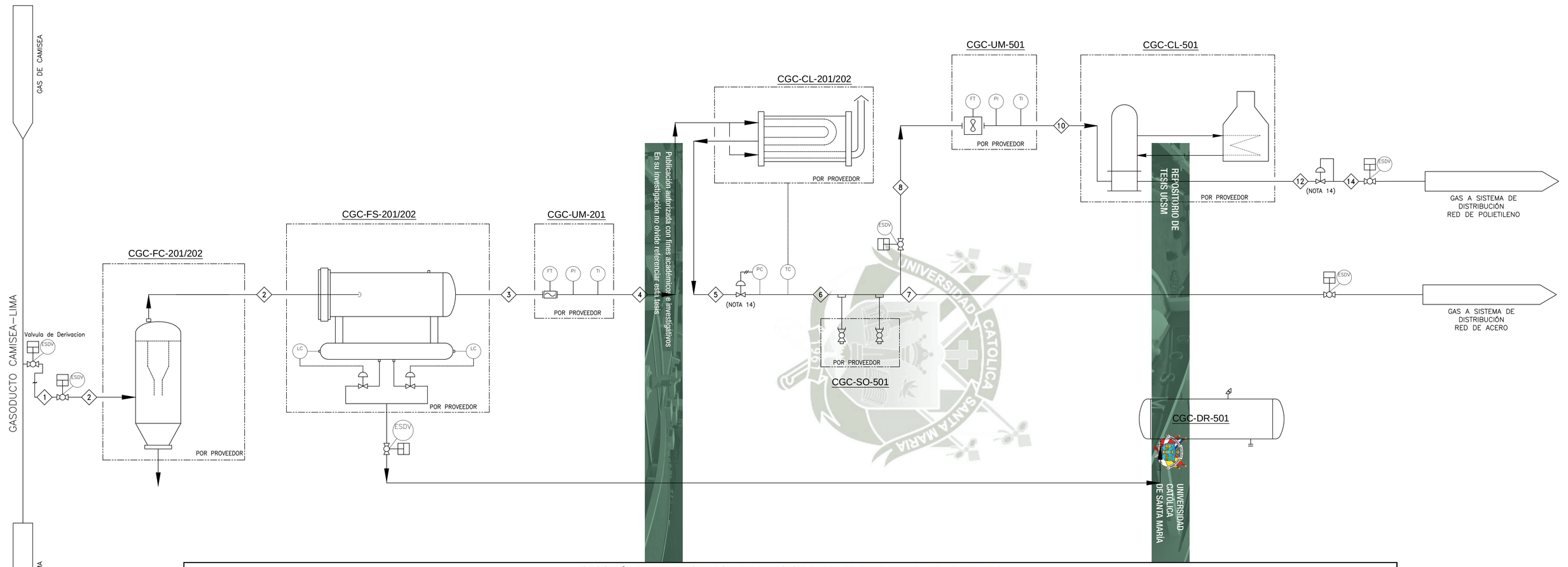
TIPO: TURBINA
CAPACIDAD: 1,68 MMSCFD
PRES. OPERACIÓN/DISEÑO: 17,3 Barg~18,8 Barg / 19,2 Barg
TEMP. OPERACIÓN/DISEÑO: 3°C~8°C / 50°C

CGC-CL-501
CALENTADOR DE GAS

TIPO: INTERCAMBIADOR DE CALOR Y CALDERA
DUTY: 0,06 MMBTU/H
PRES. OPERACIÓN/DISEÑO: 19,0 Barg / 19,2 Barg
TEMP. OPERACIÓN/DISEÑO: ENTRADA: 5,96°C~7,48°C / 50°C
SALIDA: 23,05°C~23,06°C / 50°C

CGC-SO-501
SISTEMA DE ODORIZACIÓN

CAPACIDAD: 15 mg/m3 DE ODORIZANTE



CASO N°1: MAXIMA CAPACIDAD, PRESION MINIMA Y TEMPERATURA MAXIMA

Name	Gas Natural	1	2	3	4	5	6	7	8	RED DE ACERO	10	12	14	RED DE POLIETILENO
Pressure [bar_g]	65	64.9536961	64.7459618	63.9206294	63.6205162	62.7992702	19	18.9150921	18.9150921	18.86645488	18.6044497	18.0472376	4	3.984422848
Temperature [C]	30	29.9925531	29.9433168	29.636648	29.5457394	29.2294872	5.966898	5.95513634	5.95513634	5.956837328	5.82534361	5.50963622	-3.5856817	-3.583523015
Mass Flow [kg/h]	38583.09443	38583.0944	38583.0944	38583.0944	38583.0944	38583.0944	38583.0944	37082.1503	1500.94418	37082.15026	1500.94418	1500.94418	1500.94418	1500.944177
Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	123.5336905	123.53369	123.53369	123.53369	123.53369	123.53369	123.53369	118.728032	4.80565844	118.728032	4.80565844	4.80565844	4.80565844	4.805658439
Vapor / Phase Fraction	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Stream Price Basis	Molar Flow	Molar Flow	Molar Flow	Molar Flow	Molar Flow	Molar Flow	Molar Flow	Molar Flow	Molar Flow	Molar Flow	Molar Flow	Molar Flow	Molar Flow	Molar Flow

CASO N°2: CAPACIDAD MAXIMA, PRESION MAXIMA Y TEMPERATURA MINIMA

Name	Gas Natural	1	2	3	4	5	6	7	8	RED DE ACERO	10	12	14	RED DE POLIETILENO
Pressure [bar_g]	135	134.970988	134.817082	134.066707	133.820419	133.064788	18.9994573	18.9141103	18.9141103	18.86519641	18.6028658	18.0453483	3.99988355	3.98314697
Temperature [C]	9	8.98911988	8.95403511	8.76451697	8.70581585	54.6601286	7.48008787	7.4683683	7.4683683	7.470057881	7.33991968	23.0511246	15.0192465	15.02128613
Mass Flow [kg/h]	38583.09443	38583.0944	38583.0944	38583.0944	38583.0944	38583.0944	38583.0944	37082.1503	1500.94418	37082.15026	1500.94418	1500.94418	1500.94418	1500.944177
Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	123.5336905	123.53369	123.53369	123.53369	123.53369	123.53369	123.53369	118.728032	4.80565844	118.728032	4.80565844	4.80565844	4.80565844	4.805658439
Vapor / Phase Fraction	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Stream Price Basis	Molar Flow	Molar Flow	Molar Flow	Molar Flow	Molar Flow	Molar Flow	Molar Flow	Molar Flow	Molar Flow	Molar Flow	Molar Flow	Molar Flow	Molar Flow	Molar Flow

PLANOS Y/O DOCUMENTOS DE REFERENCIA

No.	DESCRIPCIÓN
1	DIAGRAMA DE SIMBOLOGIA
2	DIAGRAMA DE BLOQUES

NOTAS Y CONVENCIONES :

No.	DESCRIPCIÓN

NOTAS:

1. EL GAS A RED DE POLIETILENO ESTÁ REGULADO A 4 Barg, EL GAS PARA RED DE ACERO ESTÁ REGULADO A 19 Barg.

No.	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE	FECHA	ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ
A	EMITIDOS PARA REVISION	J. CUADROS	26-04-2014	J. CUADROS		

REVISIONES

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIAS FISICAS Y FORMALES

"DISEÑO DE UNA ESTACIÓN REDUCTORA DE PRESIÓN (CITY GATE) DE GAS NATURAL PROCEDENTE DE CAMISEA"

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO
CITY GATE CAMISEA

PROYECTO	CGC			PLANCHA No. 01	DE 01	
DISEÑÓ	J.F.C.P	APROBÓ		ESCALA: SIN ESCALA	FECHA : 26-04-14	
REVISÓ	J.F.C.P	DIBUJÓ	J.F.C.P			

P&ID : TODOS

Cod.: DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO_1de1 — REV. A

CGC-FC-201/202
FILTRO CICLÓNICO

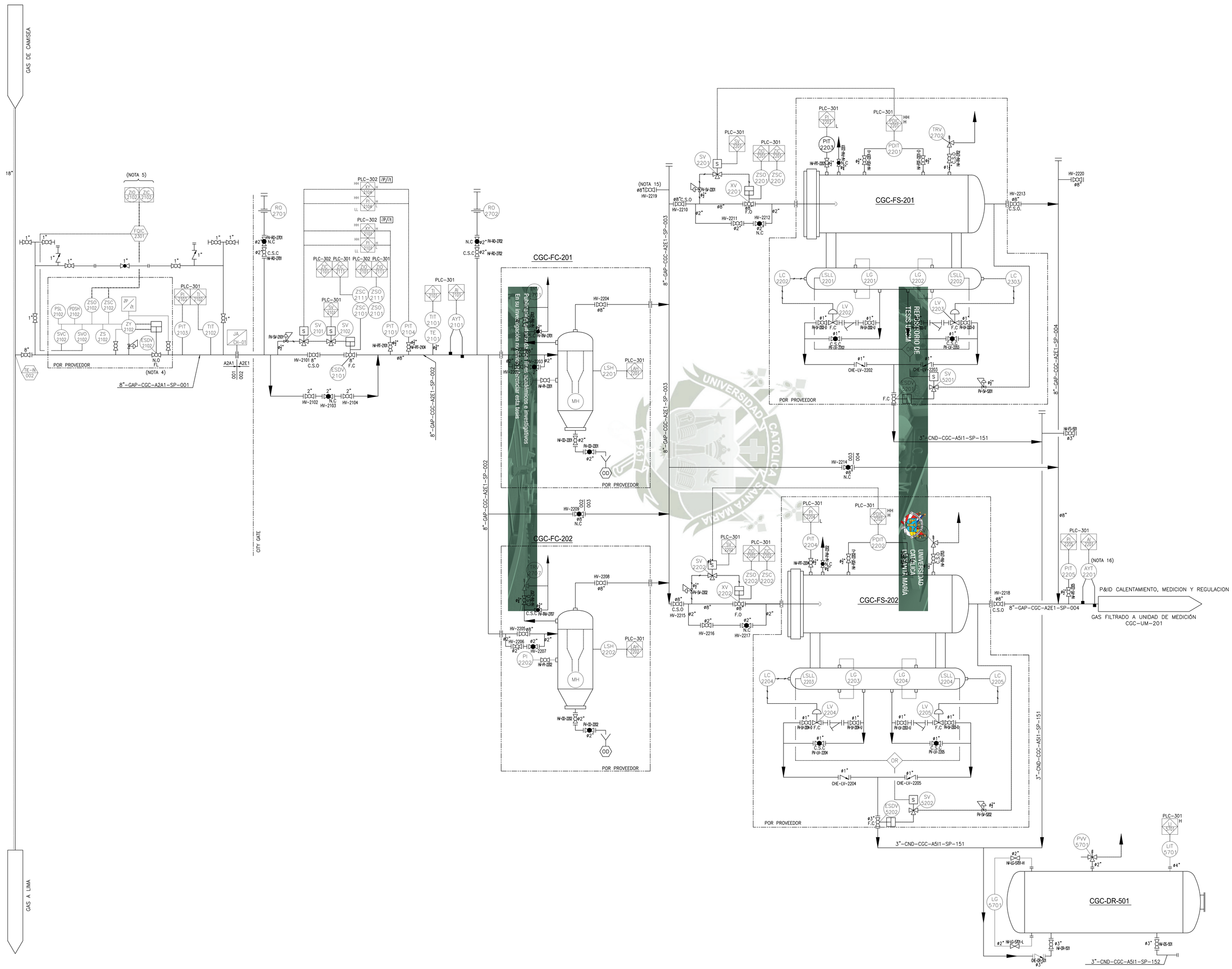
TIPO: VERTICAL
CAPACIDAD: 43,70 MMSCFD C/U
PRES. OPERACIÓN/DISEÑO: 65,0 Barg~135,0 Barg / 150,4 Barg
TEMP. OPERACIÓN/DISEÑO: 9°C~30°C / 50°C
MAX. TAMAÑO DE PARTICULA: 10 MICRAS.
(NOTA 10)

CGC-FS-201/202
FILTRO SEPARADOR

TIPO: VERTICAL
CAPACIDAD: 43,70 MMSCFD C/U
PRES. OPERACIÓN/DISEÑO: 65,0 Barg~134,5 Barg / 150,4 Barg
TEMP. OPERACIÓN/DISEÑO: 9°C~30°C / 50°C
MAX. TAMAÑO DE PARTICULA: 5 MICRAS.
(NOTA 11)

CGC-DR-501
TAMBOR DE CONDENSADOS

TIPO: HORIZONTAL
CAPACIDAD: 2,73m³ (720 gal)
DIÁMETRO: 1,07m.
LONGITUD S/S: 2,74m.
PRES. OPERACIÓN/DISEÑO: ATM / 4 Barg
TEMP. OPERACIÓN/DISEÑO: 9°C~30°C / 50°C



PLANOS Y/O DOCUMENTOS DE REFERENCIA

No.	DESCRIPCIÓN
1	DIAGRAMA DE SIMBOLOGIA
2	DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO
3	P&ID MEDICION, CALENTAMIENTO Y REGULACION

NOTAS Y CONVENCIONES :

No.	DESCRIPCIÓN

NOTAS:

1. PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS INCLUIR COMO PREFIJO EL CÓDIGO IDENTIFICADOR CGC
2. LA INSTRUMENTACIÓN INDICADA EN LAS UNIDADES PAQUETE, CORRESPONDE A LA MÍNIMA REQUERIDA PARA SU CORRECTA OPERACIÓN.
3. LAS SEÑALES DE LOS INSTRUMENTOS DE LOS PAQUETES SE LLEVARÁN AL SISTEMA DE CONTROL DEL CITY GATE.
4. VÁLVULA OPERADA POR TGP.
5. LAS SEÑALES DE LOS ESTADOS DE LAS VÁLVULAS DE TGP SERÁN LLEVADAS AL COMPUTADOR DE FLUJO DE LA UNIDAD DE MEDICIÓN Y SE PODRÁN SUPERVISAR DESDE EL CUARTO DE CONTROL DEL CITY GATE

No.	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE	FECHA	ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ
A	EMITIDOS PARA REVISION	J. CUADROS	26-04-2014	J. CUADROS		

REVISIONES

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIAS FISICAS Y FORMALES

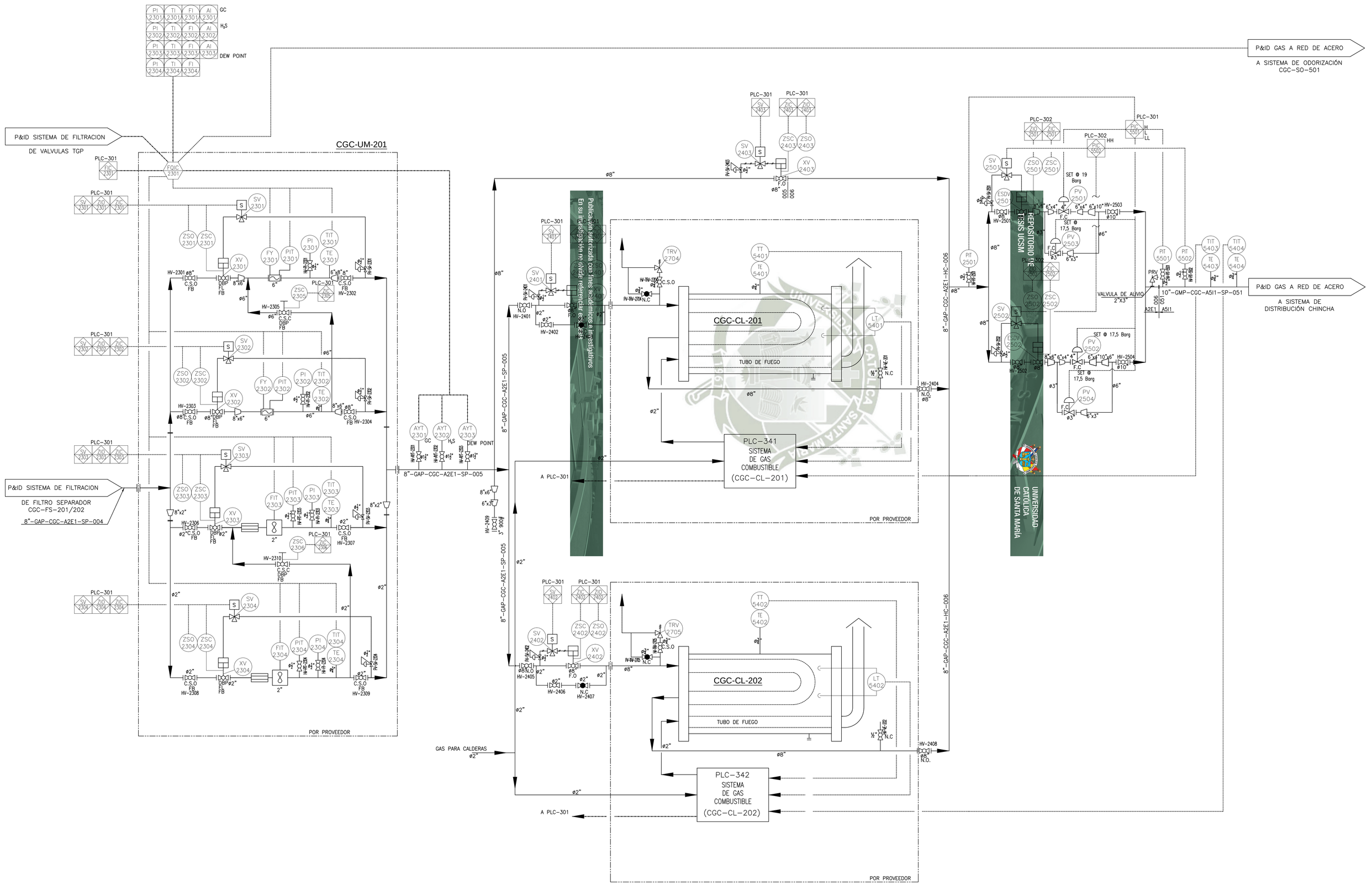
"DISEÑO DE UNA ESTACIÓN REDUCTORA DE PRESIÓN (CITY GATE) DE GAS NATURAL PROCEDENTE DE CAMISEA"

P&ID SISTEMA DE FILTRACION
CITY GATE CAMISEA

PROYECTO	CGC			PLANCHA No. 01	DE 01
DISEÑÓ	J.F.C.P	APROBÓ		ESCALA: SIN ESCALA	FECHA : 26-04-14
REVISÓ	J.F.C.P	DIBUJÓ	J.F.C.P		
LÍNEA No.				PID : TODOS	
Cod.:	P&ID SISTEMA DE FILTRACION				REV. A

CGC-UM-201
UNIDAD DE MEDICIÓN
TIPO: ULTRASÓNICO/TURBINA
CAPACIDAD: 43,70 MMSCFD
PRES. OPERACIÓN/DISEÑO: 65,0 Barg~135,0 Barg / 150,4 Barg
TEMP. OPERACIÓN/DISEÑO: 9°C~30°C / 50°C

CGC-CL-201/202
CALENTADOR DE GAS
TIPO: INDIRECTO CON BAÑO DE AGUA
DUTY: 5,6 MMBTU/H C/U
PRES. OPERACIÓN/DISEÑO: 65,0 Barg~135,0 Barg / 150,4 Barg (LADO TUBOS)
TEMP. OPERACIÓN/DISEÑO: ENTRADA: 9°C~30°C / 50°C (LADO TUBOS)
SALIDA: 29,23°C~54,66°C / 60°C



PLANOS Y/O DOCUMENTOS DE REFERENCIA

No.	DESCRIPCIÓN
1	DIAGRAMA DE SIMBOLOGIA
2	DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO
3	P&ID SISTEMA DE FILTRACION
4	P&ID GAS A RED DE ACERO

NOTAS Y CONVENCIONES :

No.	DESCRIPCIÓN

NOTAS:

1. PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS INCLUIR COMO PREFIJO EL CÓDIGO IDENTIFICADOR CGC
2. LA INSTRUMENTACIÓN INDICADA EN LAS UNIDADES PAQUETE, CORRESPONDE A LA MÍNIMA REQUERIDA PARA SU CORRECTA OPERACIÓN.
3. LAS SEÑALES DE LOS INSTRUMENTOS DE LOS PAQUETES SE LLEVARÁN AL SISTEMA DE CONTROL DEL CITY GATE.

No.	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE	FECHA	ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ
A	EMITIDOS PARA REVISION	J. CUADROS	26-04-2014	J. CUADROS		

REVISIONES

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIAS FISICAS Y FORMALES

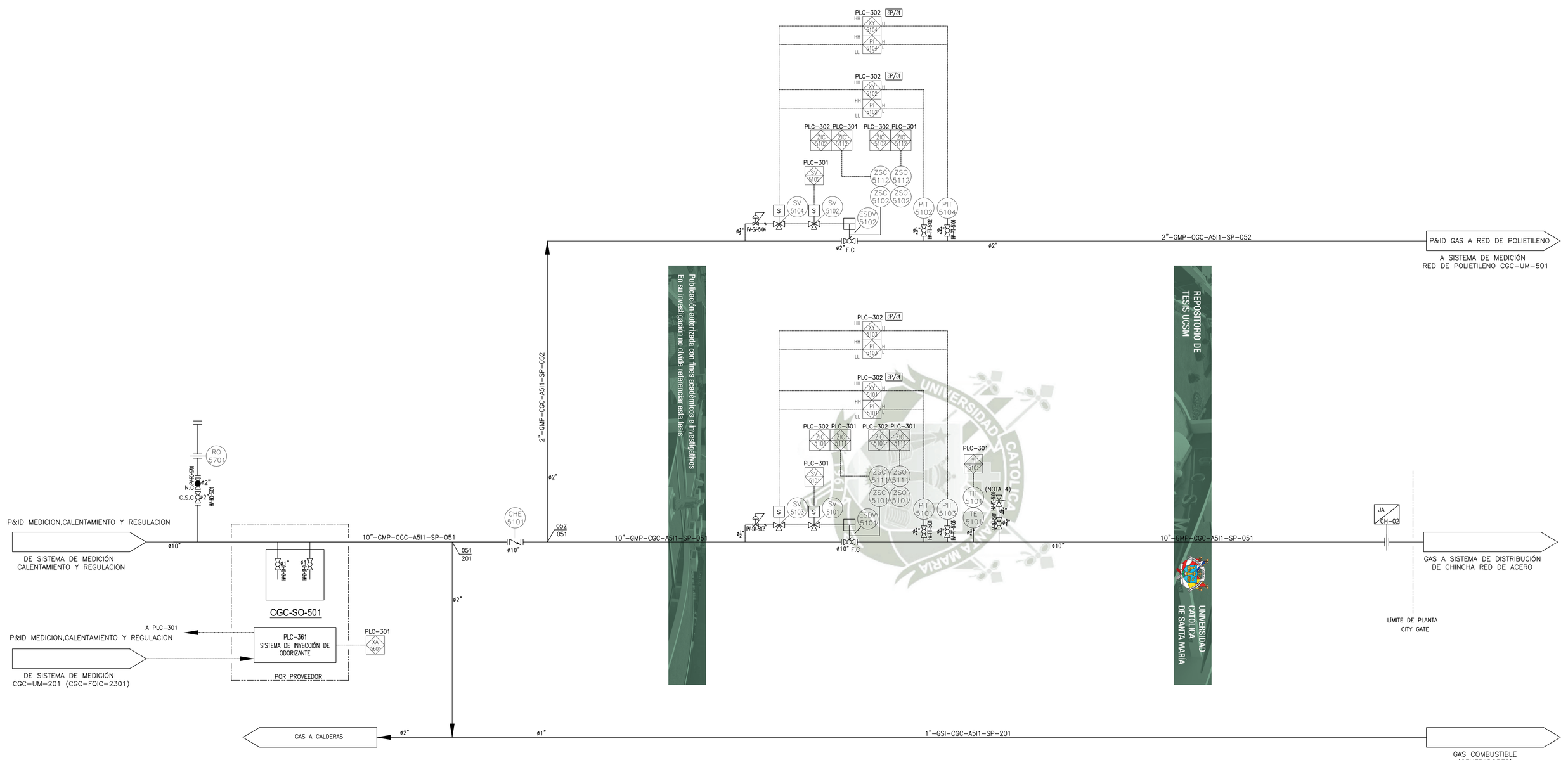
"DISEÑO DE UNA ESTACIÓN REDUCTORA DE PRESIÓN (CITY GATE) DE GAS NATURAL PROCEDENTE DE CAMISEA"

P&ID MEDICION, CALENTAMIENTO Y REGULACION
CITY GATE CAMISEA

PROYECTO	CGC			PLANCHA No. 01	DE 01
DISEÑÓ	J.F.C.P	APROBÓ		ESCALA: SIN ESCALA	FECHA : 26-04-14
REVISÓ	J.F.C.P	DIBUJÓ	J.F.C.P		
LINEA No.				PID :	TODOS

Cod.: P&ID MEDICION, CALENTAMIENTO Y REGULACION — REV. A

CGC-SO-501
SISTEMA DE ODORIZACIÓN
CAPACIDAD: 15 mg/m3 DE ODORIZANTE



PLANOS Y/O DOCUMENTOS DE REFERENCIA

No.	DESCRIPCIÓN
1	DIAGRAMA DE SIMBOLOGIA
2	DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO
3	P&ID MEDICION, CALENTAMIENTO Y REGULACION
4	P&ID GAS A RED DE POLIETILENO

NOTAS Y CONVENCIONES :

No.	DESCRIPCIÓN

NOTAS:

1. PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS INCLUIR COMO PREFIJO EL CÓDIGO IDENTIFICADOR CGC
2. LA INSTRUMENTACIÓN INDICADA EN LAS UNIDADES PAQUETE, CORRESPONDE A LA MÍNIMA REQUERIDA PARA SU CORRECTA OPERACIÓN.
3. LAS SEÑALES DE LOS INSTRUMENTOS DE LOS PAQUETES SE LLEVARÁN AL SISTEMA DE CONTROL DEL CITY GATE.
4. FACILIDAD PARA TOMAMUESTRAS.

No.	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE	FECHA	ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ
A	EMITIDOS PARA REVISION	J. CUADROS	26-04-2014	J. CUADROS		

REVISIONES

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIAS FISICAS Y FORMALES

"DISEÑO DE UNA ESTACIÓN REDUCTORA DE PRESIÓN (CITY GATE) DE GAS NATURAL PROCEDENTE DE CAMISEA"

P&ID GAS A RED DE ACERO
CITY GATE CAMISEA

PROYECTO	CGC			PLANCHA No. 01	DE 01
DISEÑÓ	J.F.C.P	APROBÓ		ESCALA: SIN ESCALA	FECHA : 26-04-14
REVISÓ	J.F.C.P	DIBUJÓ	J.F.C.P		
LÍNEA No.				PID : TODOS	
Cod.: P&ID GAS A RED DE ACERO					REV. A

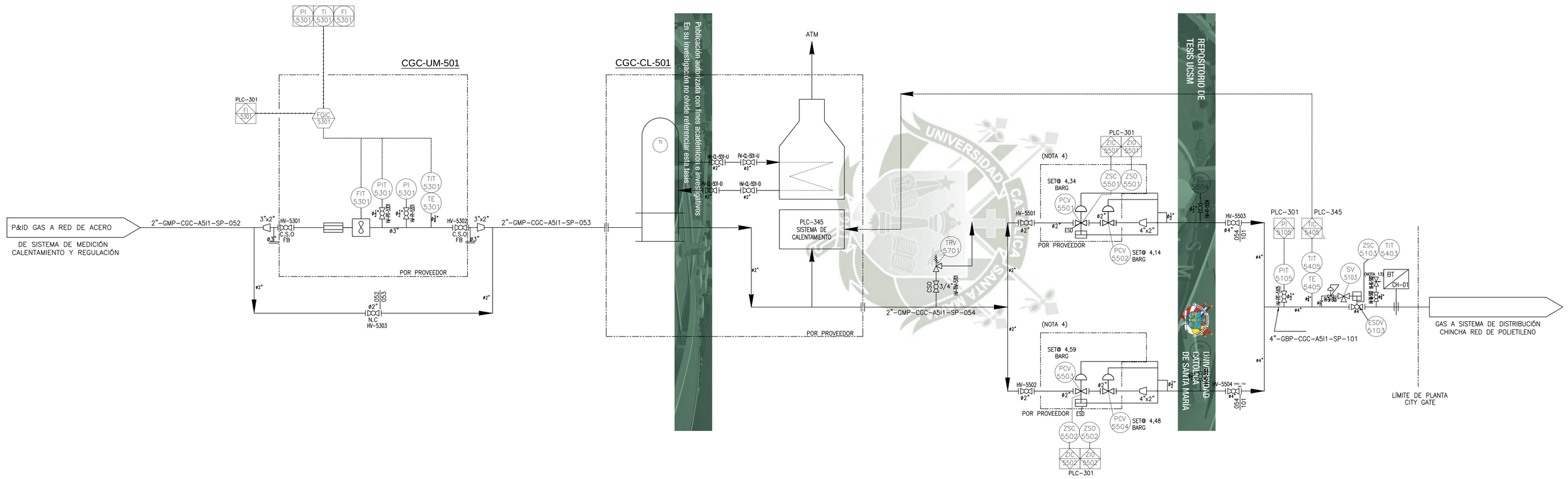
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis
REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CGC-UM-501
UNIDAD DE MEDICIÓN

TIPO: TURBINA
CAPACIDAD: 1,68 MMSCFD
PRES. OPERACIÓN/DISEÑO: 17,3 Barg~18,8 Barg / 19,2 Barg
TEMP. OPERACIÓN/DISEÑO: 3°C~8°C / 50°C

CGC-CL-501
CALENTADOR DE GAS

TIPO: INTERCAMBIADOR DE CALOR Y CALDERA
DUTY: 0,06 MMBTU/H
PRES. OPERACIÓN/DISEÑO: 19,0 Barg / 19,2 Barg
TEMP. OPERACIÓN/DISEÑO: ENTRADA: 5,96°C~7,48°C / 50°C
SALIDA: 23,05°C~23,06°C / 50°C



PLANOS Y/O DOCUMENTOS DE REFERENCIA

No.	DESCRIPCIÓN
1	DIAGRAMA DE SIMBOLOGIA
2	DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO
3	P&ID GAS A RED DE ACERO

NOTAS Y CONVENCIONES :

No.	DESCRIPCIÓN

NOTAS:

1. PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS INCLUIR COMO PREFIJO EL CÓDIGO IDENTIFICADOR CGC
2. LA INSTRUMENTACIÓN INDICADA EN LAS UNIDADES PAQUETE, CORRESPONDE A LA MÍNIMA REQUERIDA PARA SU CORRECTA OPERACIÓN.
3. LAS SEÑALES DE LOS INSTRUMENTOS DE LOS PAQUETES SE LLEVARÁN AL SISTEMA DE CONTROL DEL CITY GATE.
4. FACILIDAD PARA TOMAR MUESTRAS

No.	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE	FECHA	ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ
A	EMITIDOS PARA REVISION	J. CUADROS	26-04-2014	J. CUADROS		

REVISIONES

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIAS FISICAS Y FORMALES

"DISEÑO DE UNA ESTACIÓN REDUCTORA DE PRESIÓN (CITY GATE) DE GAS NATURAL PROCEDENTE DE CAMISEA"

P&ID GAS A RED DE POLIETILENO
CITY GATE CAMISEA

PROYECTO	CGC			PLANCHA No. 01	DE 01
DISEÑÓ	J.F.C.P	APROBÓ		ESCALA: SIN ESCALA	FECHA : 26-04-14
REVISÓ	J.F.C.P	DIBUJÓ	J.F.C.P		
LÍNEA No.				PID : TODOS	

Cod.: P&ID GAS A RED DE POLIETILENO — REV. A

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO N°4
MODELADOS ASPEM HYSYS

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

CGP-110		
Pressure Drop	0.1277	psi
Maximum Velocity	13.21	m/s
Material Type	2.067	in

14-1		
Temperature	-3.591	C
Pressure	3.987	bar_g
Molar Flow	1.700	MMSCFD

14		
Temperature	3.586	C
Pressure	4.000	bar_g
Molar Flow	1.700	MMSCFD

12		
Temperature	5.510	C
Pressure	18.05	bar_g
Molar Flow	1.700	MMSCFD

9		
Temperature	5.949	C
Pressure	18.80	bar_g
Molar Flow	1.700	MMSCFD

UNIDAD DE MEDICION 2		
Product Pressure	2.901	psi
Molar Flow	1.700	MMSCFD

CALENTADOR 2		
DUTY	0.0000	MMBtu/hr
Feed Temperature	5.819	C
Product Temperature	5.510	C

7-1		
Temperature	5.949	C
Pressure	18.87	bar_g
Molar Flow	42.00	MMSCFD

CGP-103-2		
Pressure Drop	0.2112	psi
Maximum Velocity	7.969	m/s
Internal Diameter	7.625	in

CGP-105-2		
Pressure Drop	1.401	psi
Maximum Velocity	8.106	m/s
Internal Diameter	7.625	in

REGULACION 1		
Feed Pressure	62.64	bar_g
Product Pressure	19.00	bar_g
Molar Flow	43.70	MMSCFD

CGP-107		
Product Flow	0.6531	psi
Maximum Velocity	13.33	m/s
Internal Diameter	10.02	in

7		
Temperature	5.955	C
Pressure	18.92	bar_g
Molar Flow	42.00	MMSCFD

CGP-107-1		
Product Flow	5.230e-002	psi
Maximum Velocity	13.33	m/s
Internal Diameter	10.02	in

REGULACION 2		
Feed Pressure	18.04	bar_g
Product Pressure	4.000	bar_g
Molar Flow	1.700	MMSCFD

CGP-106-1		
Pressure Drop	0.5590	psi
Maximum Velocity	13.84	m/s
Internal Diameter	10.02	in

CGP-101-2		
Pressure Drop	1.367	psi
Maximum Velocity	7.854	m/s
Internal Diameter	7.625	in

CGP-103		
Pressure Drop	0.6978	psi
Maximum Velocity	7.962	m/s
Internal Diameter	7.625	in

UNIDAD DE MEDICION 1		
Pressure Drop	2.901	psi
Molar Flow	43.70	MMSCFD

CALENTADOR 1		
DUTY	0.0000	MMBtu/hr
Feed Temperature	29.54	C
Product Temperature	29.23	C

3-3		
Temperature	29.64	C
Pressure	63.82	bar_g
Molar Flow	43.70	MMSCFD

3-1		
Temperature	29.63	C
Pressure	63.87	bar_g
Molar Flow	43.70	MMSCFD

RED DE ACERO		
Temperature	5.957	C
Pressure	18.87	bar_g
Molar Flow	42.00	MMSCFD

CGP-111-1		
Product Flow	3.953e-002	psi
Maximum Velocity	12.84	m/s
Internal Diameter	4.026	in

CGP-104		
Pressure Drop	0.3209	psi
Maximum Velocity	7.994	m/s
Internal Diameter	7.625	in

ADJ-2		
Target Value	4.000	bar_g

ADJ-1		
Target Value	19.00	bar_g

CGP-106		
Pressure Drop	0.6725	psi
Maximum Velocity	13.81	m/s
Material Type	10.02	in

RED DE POLIETILENO		
Temperature	3.584	C
Pressure	3.984	bar_g
Molar Flow	1.700	MMSCFD

CGP-111		
Pressure Drop	0.1864	psi
Maximum Velocity	12.84	m/s
Internal Diameter	4.026	in

CGP-109		
Pressure Drop	0.8298	psi
Maximum Velocity	12.88	m/s
Material Type	2.067	in

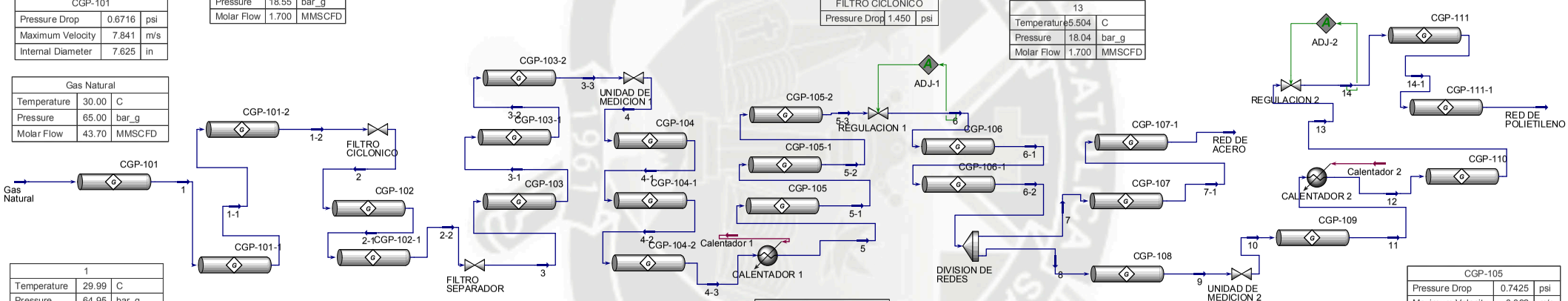
11		
Temperature	5.819	C
Pressure	18.55	bar_g
Molar Flow	1.700	MMSCFD

FILTRO CICLONICO		
Pressure Drop	1.450	psi

13		
Temperature	5.504	C
Pressure	18.04	bar_g
Molar Flow	1.700	MMSCFD

CGP-101		
Pressure Drop	0.6716	psi
Maximum Velocity	7.841	m/s
Internal Diameter	7.625	in

Gas Natural		
Temperature	30.00	C
Pressure	65.00	bar_g
Molar Flow	43.70	MMSCFD



1		
Temperature	29.99	C
Pressure	64.95	bar_g
Molar Flow	43.70	MMSCFD

FILTRO SEPARADOR		
Pressure Drop	10.15	psi

CGP-105		
Pressure Drop	0.7425	psi
Maximum Velocity	8.092	m/s
Internal Diameter	7.625	in

CGP-101-1		
Pressure Drop	0.1954	psi
Maximum Velocity	7.843	m/s
Internal Diameter	7.625	in

3		
Temperature	29.64	C
Pressure	63.92	bar_g
Molar Flow	43.70	MMSCFD

5-1		
Temperature	29.22	C
Pressure	62.75	bar_g
Molar Flow	43.70	MMSCFD

CGP-103-1		
Pressure Drop	0.5430	psi
Maximum Velocity	7.967	m/s
Internal Diameter	7.625	in

5		
Temperature	29.23	C
Pressure	62.80	bar_g
Molar Flow	43.70	MMSCFD

8		
Temperature	5.955	C
Pressure	18.92	bar_g
Molar Flow	1.700	MMSCFD

CGP-105-1		
Pressure Drop	0.2184	psi
Maximum Velocity	8.094	m/s
Internal Diameter	7.625	in

5-3		
Temperature	29.23	C
Pressure	62.64	bar_g
Molar Flow	43.70	MMSCFD

6-2		
Temperature	5.955	C
Pressure	18.92	bar_g
Molar Flow	43.70	MMSCFD

3-2		
Temperature	29.64	C
Pressure	63.84	bar_g
Molar Flow	43.70	MMSCFD

2		
Temperature	29.94	C
Pressure	64.75	bar_g
Molar Flow	43.70	MMSCFD

CGP-102-1		
Pressure Drop	1.294	psi
Maximum Velocity	7.880	m/s
Internal Diameter	7.625	in

4		
Temperature	29.55	C
Pressure	63.62	bar_g
Molar Flow	43.70	MMSCFD

4-2		
Temperature	29.55	C
Pressure	63.59	bar_g
Molar Flow	43.70	MMSCFD

4-1		
Temperature	29.54	C
Pressure	63.60	bar_g
Molar Flow	43.70	MMSCFD

5-2		
Temperature	29.23	C
Pressure	62.73	bar_g
Molar Flow	43.70	MMSCFD

CGP-104-2		
Pressure Drop	1.247	psi
Maximum Velocity	8.006	m/s
Internal Diameter	7.625	in

10		
Temperature	5.825	C
Pressure	18.60	bar_g
Molar Flow	1.700	MMSCFD

1-1		
Temperature	30.00	C
Pressure	64.94	bar_g
Molar Flow	43.70	MMSCFD

1-2		
Temperature	29.99	C
Pressure	64.85	bar_g
Molar Flow	43.70	MMSCFD

CGP-102		
Pressure Drop	0.5239	psi
Maximum Velocity	7.869	m/s
Internal Diameter	7.625	in

2-1		
Temperature	29.96	C
Pressure	64.71	bar_g
Molar Flow	43.70	MMSCFD

4-3		
Temperature	29.54	C
Pressure	63.50	bar_g
Molar Flow	43.70	MMSCFD

CGP-104-1		
Pressure Drop	0.1907	psi
Maximum Velocity	7.996	m/s
Internal Diameter	7.625	in

6		
Temperature	5.967	C
Pressure	19.00	bar_g
Molar Flow	43.70	MMSCFD

6-1		
Temperature	5.961	C
Pressure	18.95	bar_g
Molar Flow	43.70	MMSCFD

CGP-108		
Pressure Drop	1.605	psi
Maximum Velocity	12.72	m/s
Internal Diameter	2.067	in

CGP-101		
Pressure Drop	0.4208	psi
Maximum Velocity	3.540	m/s
Internal Diameter	7.625	in

CGP-106		
Pressure Drop	0.6760	psi
Maximum Velocity	13.89	m/s
Material Type	10.02	in

CGP-104		
Pressure Drop	0.2366	psi
Maximum Velocity	3.567	m/s
Internal Diameter	7.625	in

CGP-103-1		
Pressure Drop	5.987e-002	psi
Maximum Velocity	3.562	m/s
Internal Diameter	7.625	in

3-3		
Temperature	8.763	C
Pressure	134.0	bar_g
Molar Flow	43.70	MMSCFD

CGP-105-1		
Pressure Drop	-3.104e-002	psi
Maximum Velocity	4.173	m/s
Internal Diameter	7.625	in

CGP-104-2		
Pressure Drop	0.6685	psi
Maximum Velocity	3.568	m/s
Internal Diameter	7.625	in

CGP-105-2		
Pressure Drop	0.8136	psi
Maximum Velocity	4.174	m/s
Internal Diameter	7.625	in

5-3		
Temperature	54.66	C
Pressure	133.0	bar_g
Molar Flow	43.70	MMSCFD

REGULACION 2		
Feed Pressure	18.04	bar_g
Product Pressure	4.000	bar_g
Molar Flow	1.700	MMSCFD

CGP-103-2		
Pressure Drop	0.2051	psi
Maximum Velocity	3.562	m/s
Internal Diameter	7.625	in

Gas Natural		
Temperature	9.000	C
Pressure	135.0	bar_g
Molar Flow	43.70	MMSCFD

3-2		
Temperature	8.773	C
Pressure	134.0	bar_g
Molar Flow	43.70	MMSCFD

3-1		
Temperature	8.756	C
Pressure	134.0	bar_g
Molar Flow	43.70	MMSCFD

4		
Temperature	8.706	C
Pressure	133.8	bar_g
Molar Flow	43.70	MMSCFD

5-2		
Temperature	54.67	C
Pressure	133.0	bar_g
Molar Flow	43.70	MMSCFD

CGP-107-1		
Product Flow	5.290e-002	psi
Maximum Velocity	13.41	m/s
Internal Diameter	10.02	in

7-1		
Temperature	7.463	C
Pressure	18.87	bar_g
Molar Flow	42.00	MMSCFD

7		
Temperature	7.468	C
Pressure	18.91	bar_g
Molar Flow	42.00	MMSCFD

CGP-110		
Pressure Drop	0.1334	psi
Maximum Velocity	14.05	m/s
Material Type	2.067	in

UNIDAD DE MEDICION 1		
Pressure Drop	2.901	psi
Molar Flow	43.70	MMSCFD

CALENTADOR 1		
DUTY	5.543	MMBtu/hr
Feed Temperature	8.704	C
Product Temperature	54.66	C

REGULACION 1		
Feed Pressure	133.0	bar_g
Product Pressure	19.00	bar_g
Molar Flow	43.70	MMSCFD

ADJ-3		
Target Value	7.480	C

RED DE ACERO		
Temperature	7.470	C
Pressure	18.87	bar_g
Molar Flow	42.00	MMSCFD

CGP-107		
Product Flow	0.6565	psi
Maximum Velocity	13.40	m/s
Internal Diameter	10.02	in

CALENTADOR 2		
DUTY	5.128e-002	MMBtu/hr
Feed Temperature	7.334	C
Product Temperature	23.05	C

UNIDAD DE MEDICION 2		
Product Pressure	2.901	psi
Molar Flow	1.700	MMSCFD

CGP-109		
Pressure Drop	0.8342	psi
Maximum Velocity	12.95	m/s
Material Type	2.067	in

CGP-101-2		
Pressure Drop	0.8773	psi
Maximum Velocity	3.542	m/s
Internal Diameter	7.625	in

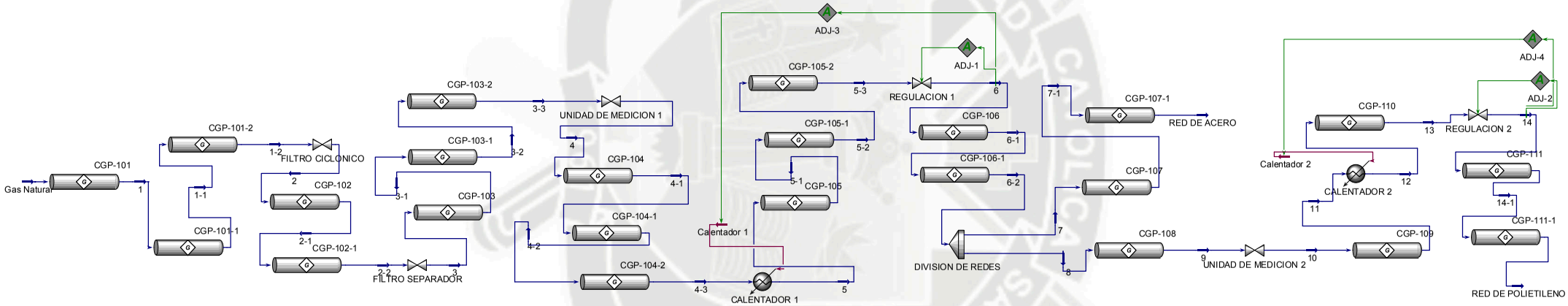
FILTRO CICLONICO		
Pressure Drop	1.450	psi

CGP-105		
Pressure Drop	0.4706	psi
Maximum Velocity	4.173	m/s
Internal Diameter	7.625	in

ADJ-1		
Target Value	19.00	bar_g

ADJ-4		
Target Value	15.00	C

ADJ-2		
Target Value	4.000	bar_g



CGP-101-1		
Pressure Drop	-9.549e-002	psi
Maximum Velocity	3.540	m/s
Internal Diameter	7.625	in

FILTRO SEPARADOR		
Pressure Drop	10.15	psi

CGP-111-1		
Product Flow	4.354e-002	psi
Maximum Velocity	13.73	m/s
Internal Diameter	4.026	in

1		
Temperature	8.989	C
Pressure	135.0	bar_g
Molar Flow	43.70	MMSCFD

CGP-108		
Pressure Drop	1.613	psi
Maximum Velocity	12.79	m/s
Internal Diameter	2.067	in

5		
Temperature	54.66	C
Pressure	133.1	bar_g
Molar Flow	43.70	MMSCFD

6-2		
Temperature	7.468	C
Pressure	18.91	bar_g
Molar Flow	43.70	MMSCFD

9		
Temperature	7.462	C
Pressure	18.80	bar_g
Molar Flow	1.700	MMSCFD

10		
Temperature	7.340	C
Pressure	18.60	bar_g
Molar Flow	1.700	MMSCFD

12		
Temperature	23.05	C
Pressure	18.05	bar_g
Molar Flow	1.700	MMSCFD

RED DE POLIETILENO		
Temperature	15.02	C
Pressure	3.983	bar_g
Molar Flow	1.700	MMSCFD

14		
Temperature	15.02	C
Pressure	4.000	bar_g
Molar Flow	1.700	MMSCFD

13		
Temperature	23.05	C
Pressure	18.04	bar_g
Molar Flow	1.700	MMSCFD

1-1		
Temperature	9.006	C
Pressure	135.0	bar_g
Molar Flow	43.70	MMSCFD

3		
Temperature	8.765	C
Pressure	134.1	bar_g
Molar Flow	43.70	MMSCFD

4-1		
Temperature	8.697	C
Pressure	133.8	bar_g
Molar Flow	43.70	MMSCFD

4-3		
Temperature	8.704	C
Pressure	133.8	bar_g
Molar Flow	43.70	MMSCFD

CGP-103		
Pressure Drop	0.4064	psi
Maximum Velocity	3.562	m/s
Internal Diameter	7.625	in

CGP-104-1		
Pressure Drop	-9.828e-002	psi
Maximum Velocity	3.567	m/s
Internal Diameter	7.625	in

8		
Temperature	7.468	C
Pressure	18.91	bar_g
Molar Flow	1.700	MMSCFD

4-2		
Temperature	8.714	C
Pressure	133.8	bar_g
Molar Flow	43.70	MMSCFD

11		
Temperature	7.334	C
Pressure	18.55	bar_g
Molar Flow	1.700	MMSCFD

14-1		
Temperature	15.01	C
Pressure	3.986	bar_g
Molar Flow	1.700	MMSCFD

2-1		
Temperature	8.971	C
Pressure	134.8	bar_g
Molar Flow	43.70	MMSCFD

2		
Temperature	8.954	C
Pressure	134.8	bar_g
Molar Flow	43.70	MMSCFD

1-2		
Temperature	8.982	C
Pressure	134.9	bar_g
Molar Flow	43.70	MMSCFD

CGP-102-1		
Pressure Drop	0.6778	psi
Maximum Velocity	3.545	m/s
Internal Diameter	7.625	in

CGP-102		
Pressure Drop	5.279e-002	psi
Maximum Velocity	3.544	m/s
Internal Diameter	7.625	in

6		
Temperature	7.480	C
Pressure	19.00	bar_g
Molar Flow	43.70	MMSCFD

6-1		
Temperature	7.474	C
Pressure	18.95	bar_g
Molar Flow	43.70	MMSCFD

5-1		
Temperature	54.65	C
Pressure	133.0	bar_g
Molar Flow	43.70	MMSCFD

CGP-106-1		
Pressure Drop	0.5618	psi
Maximum Velocity	13.91	m/s
Internal Diameter	10.02	in

CGP-111		
Pressure Drop	0.1992	psi
Maximum Velocity	13.72	m/s
Internal Diameter	4.026	in

1-2		
Temperature	8.986	C
Pressure	64.86	bar_g
Molar Flow	43.70	MMSCFD

CGP-104-2		
Pressure Drop	1.168	psi
Maximum Velocity	7.445	m/s
Internal Diameter	7.625	in

REGULACION 1		
Feed Pressure	62.67	bar_g
Product Pressure	19.00	bar_g
Molar Flow	43.70	MMSCFD

CGP-103-1		
Pressure Drop	0.4898	psi
Maximum Velocity	7.410	m/s
Internal Diameter	7.625	in

3-1		
Temperature	8.574	C
Pressure	63.89	bar_g
Molar Flow	43.70	MMSCFD

CGP-105-2		
Pressure Drop	1.406	psi
Maximum Velocity	8.137	m/s
Internal Diameter	7.625	in

CGP-107-1		
Product Flow	5.290e-002	psi
Maximum Velocity	13.41	m/s
Internal Diameter	10.02	in

CGP-107		
Product Flow	0.6565	psi
Maximum Velocity	13.40	m/s
Internal Diameter	10.02	in

CGP-110		
Pressure Drop	0.1334	psi
Maximum Velocity	14.05	m/s
Material Type	2.067	in

RED DE ACERO		
Temperature	7.470	C
Pressure	18.87	bar_g
Molar Flow	42.00	MMSCFD

7		
Temperature	7.468	C
Pressure	18.91	bar_g
Molar Flow	42.00	MMSCFD

5-3		
Temperature	30.53	C
Pressure	62.67	bar_g
Molar Flow	43.70	MMSCFD

CGP-103		
Pressure Drop	0.6564	psi
Maximum Velocity	7.406	m/s
Internal Diameter	7.625	in

5-2		
Temperature	30.53	C
Pressure	62.77	bar_g
Molar Flow	43.70	MMSCFD

CGP-104		
Pressure Drop	0.3058	psi
Maximum Velocity	7.434	m/s
Internal Diameter	7.625	in

6-1		
Temperature	7.474	C
Pressure	18.95	bar_g
Molar Flow	43.70	MMSCFD

4		
Temperature	8.475	C
Pressure	63.65	bar_g
Molar Flow	43.70	MMSCFD

7-1		
Temperature	7.462	C
Pressure	18.87	bar_g
Molar Flow	42.00	MMSCFD

CGP-106-1		
Pressure Drop	0.5618	psi
Maximum Velocity	13.91	m/s
Internal Diameter	10.02	in

CGP-111		
Pressure Drop	0.1992	psi
Maximum Velocity	13.72	m/s
Internal Diameter	4.026	in

CGP-101		
Pressure Drop	0.6343	psi
Maximum Velocity	7.298	m/s
Internal Diameter	7.625	in

CGP-101-2		
Pressure Drop	1.293	psi
Maximum Velocity	7.309	m/s
Internal Diameter	7.625	in

CGP-103-2		
Pressure Drop	0.2053	psi
Maximum Velocity	7.412	m/s
Internal Diameter	7.625	in

UNIDAD DE MEDICION 1		
Pressure Drop	2.901	psi
Molar Flow	43.70	MMSCFD

CALENTADOR 2		
DUTY	5.131e-002	MMBtu/hr
Feed Temperature	7.334	C
Product Temperature	23.06	C

ADJ-1		
Target Value	19.00	bar_g

CGP-106		
Pressure Drop	0.6760	psi
Maximum Velocity	13.89	m/s
Material Type	10.02	in

REGULACION 2		
Feed Pressure	18.04	bar_g
Product Pressure	4.000	bar_g
Molar Flow	1.700	MMSCFD

CGP-109		
Pressure Drop	0.8342	psi
Maximum Velocity	12.95	m/s
Material Type	2.067	in

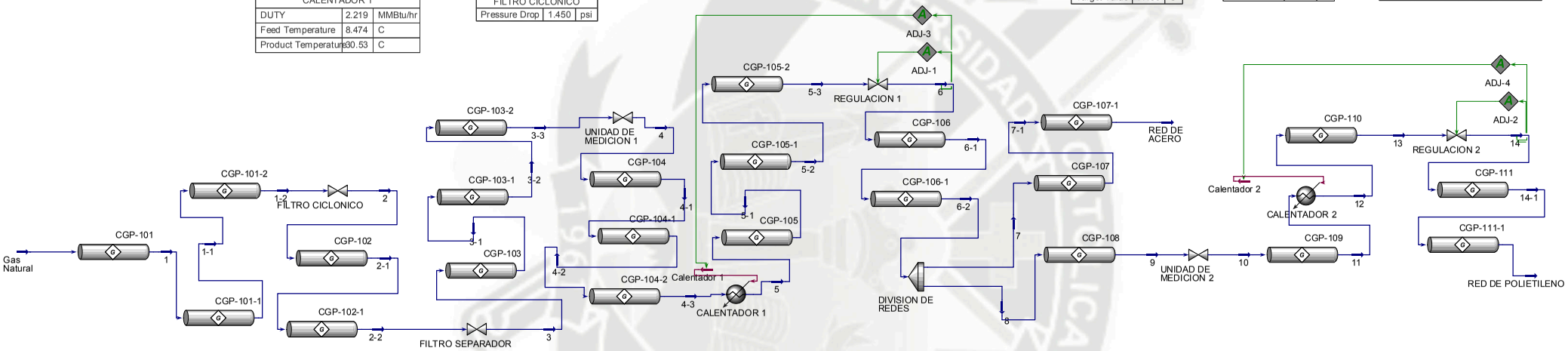
CALENTADOR 1		
DUTY	2.219	MMBtu/hr
Feed Temperature	8.474	C
Product Temperature	30.53	C

FILTRO CICLONICO		
Pressure Drop	1.450	psi

ADJ-3		
Target Value	7.480	C

ADJ-4		
Target Value	15.00	C

UNIDAD DE MEDICION 2		
Product Pressure	2.901	psi
Molar Flow	1.700	MMSCFD



Gas Natural		
Temperature	9.000	C
Pressure	65.00	bar_g
Molar Flow	43.70	MMSCFD

FILTRO SEPARADOR		
Pressure Drop	10.15	psi

ADJ-2		
Target Value	4.000	bar_g

CGP-111-1		
Product Flow	4.355e-002	psi
Maximum Velocity	13.73	m/s
Internal Diameter	4.026	in

1		
Temperature	8.992	C
Pressure	64.96	bar_g
Molar Flow	43.70	MMSCFD

4-2		
Temperature	8.482	C
Pressure	63.61	bar_g
Molar Flow	43.70	MMSCFD

4-3		
Temperature	8.474	C
Pressure	63.53	bar_g
Molar Flow	43.70	MMSCFD

5		
Temperature	30.53	C
Pressure	62.83	bar_g
Molar Flow	43.70	MMSCFD

9		
Temperature	7.462	C
Pressure	18.80	bar_g
Molar Flow	1.700	MMSCFD

6		
Temperature	7.480	C
Pressure	19.00	bar_g
Molar Flow	43.70	MMSCFD

CGP-108		
Pressure Drop	1.613	psi
Maximum Velocity	12.79	m/s
Internal Diameter	2.067	in

10		
Temperature	7.340	C
Pressure	18.60	bar_g
Molar Flow	1.700	MMSCFD

RED DE POLIETILENO		
Temperature	15.03	C
Pressure	3.983	bar_g
Molar Flow	1.700	MMSCFD

13		
Temperature	23.06	C
Pressure	18.04	bar_g
Molar Flow	1.700	MMSCFD

1-1		
Temperature	9.005	C
Pressure	64.94	bar_g
Molar Flow	43.70	MMSCFD

CGP-102-1		
Pressure Drop	1.211	psi
Maximum Velocity	7.332	m/s
Internal Diameter	7.625	in

3-3		
Temperature	8.579	C
Pressure	63.85	bar_g
Molar Flow	43.70	MMSCFD

5-1		
Temperature	30.52	C
Pressure	62.78	bar_g
Molar Flow	43.70	MMSCFD

4-1		
Temperature	8.469	C
Pressure	63.63	bar_g
Molar Flow	43.70	MMSCFD

3		
Temperature	8.580	C
Pressure	63.94	bar_g
Molar Flow	43.70	MMSCFD

CGP-105		
Pressure Drop	0.7449	psi
Maximum Velocity	8.122	m/s
Internal Diameter	7.625	in

12		
Temperature	23.06	C
Pressure	18.05	bar_g
Molar Flow	1.700	MMSCFD

14-1		
Temperature	15.03	C
Pressure	3.986	bar_g
Molar Flow	1.700	MMSCFD

14		
Temperature	15.03	C
Pressure	4.000	bar_g
Molar Flow	1.700	MMSCFD

CGP-101-1		
Pressure Drop	0.1666	psi
Maximum Velocity	7.299	m/s
Internal Diameter	7.625	in

CGP-102		
Pressure Drop	0.4722	psi
Maximum Velocity	7.322	m/s
Internal Diameter	7.625	in

2		
Temperature	8.935	C
Pressure	64.76	bar_g
Molar Flow	43.70	MMSCFD

3-2		
Temperature	8.587	C
Pressure	63.86	bar_g
Molar Flow	43.70	MMSCFD

2-1		
Temperature	8.948	C
Pressure	64.72	bar_g
Molar Flow	43.70	MMSCFD

CGP-104-1		
Pressure Drop	0.1624	psi
Maximum Velocity	7.436	m/s
Internal Diameter	7.625	in

8		
Temperature	7.468	C
Pressure	18.91	bar_g
Molar Flow	1.700	MMSCFD

CGP-105-1		
Pressure Drop	0.2200	psi
Maximum Velocity	8.124	m/s
Internal Diameter	7.625	in

6-2		
Temperature	7.468	C
Pressure	18.91	bar_g
Molar Flow	43.70	MMSCFD

11		
Temperature	7.334	C
Pressure	18.55	bar_g
Molar Flow	1.700	MMSCFD

CGP-101		
Pressure Drop	0.2159	psi
Maximum Velocity	1.770	m/s
Internal Diameter	7.625	in

Gas Natural		
Temperature	9.000	C
Pressure	135.0	bar_g
Molar Flow	21.85	MMSCFD

CGP-105-2		
Pressure Drop	0.2973	psi
Maximum Velocity	2.084	m/s
Internal Diameter	7.625	in

CGP-104-2		
Pressure Drop	0.2726	psi
Maximum Velocity	1.782	m/s
Internal Diameter	7.625	in

REGULACION 1		
Feed Pressure	133.2	bar_g
Product Pressure	19.00	bar_g
Molar Flow	21.85	MMSCFD

5-2		
Temperature	54.70	C
Pressure	133.2	bar_g
Molar Flow	21.85	MMSCFD

5-3		
Temperature	54.69	C
Pressure	133.2	bar_g
Molar Flow	21.85	MMSCFD

CGP-105		
Pressure Drop	0.2074	psi
Maximum Velocity	2.084	m/s
Internal Diameter	7.625	in

CGP-110		
Pressure Drop	0.1331	psi
Maximum Velocity	14.00	m/s
Material Type	2.067	in

CGP-107		
Product Flow	0.1695	psi
Maximum Velocity	6.399	m/s
Internal Diameter	10.02	in

4-2		
Temperature	8.715	C
Pressure	134.0	bar_g
Molar Flow	21.85	MMSCFD

CGP-101-2		
Pressure Drop	0.4647	psi
Maximum Velocity	1.770	m/s
Internal Diameter	7.625	in

CGP-103-2		
Pressure Drop	0.1551	psi
Maximum Velocity	1.779	m/s
Internal Diameter	7.625	in

CGP-103		
Pressure Drop	0.1899	psi
Maximum Velocity	1.779	m/s
Internal Diameter	7.625	in

CGP-104		
Pressure Drop	0.1467	psi
Maximum Velocity	1.782	m/s
Internal Diameter	7.625	in

3-2		
Temperature	8.773	C
Pressure	134.2	bar_g
Molar Flow	21.85	MMSCFD

6		
Temperature	7.442	C
Pressure	19.00	bar_g
Molar Flow	21.85	MMSCFD

9		
Temperature	7.425	C
Pressure	18.87	bar_g
Molar Flow	1.700	MMSCFD

REGULACION 2		
Feed Pressure	18.10	bar_g
Product Pressure	4.000	bar_g
Molar Flow	1.700	MMSCFD

RED DE ACERO		
Temperature	7.433	C
Pressure	18.97	bar_g
Molar Flow	20.15	MMSCFD

CALENTADOR 2		
DUTY	5.152e-002	MMBtu/hr
Feed Temperature	7.296	C
Product Temperature	23.09	C

UNIDAD DE MEDICION 1		
Pressure Drop	2.901	psi
Molar Flow	21.85	MMSCFD

CGP-111-1		
Product Flow	4.354e-002	psi
Maximum Velocity	13.73	m/s
Internal Diameter	4.026	in

UNIDAD DE MEDICION 2		
Product Pressure	2.901	psi
Molar Flow	1.700	MMSCFD

4		
Temperature	8.706	C
Pressure	133.9	bar_g
Molar Flow	21.85	MMSCFD

14		
Temperature	15.02	C
Pressure	4.000	bar_g
Molar Flow	1.700	MMSCFD

CGP-107-1		
Product Flow	-9.616e-003	psi
Maximum Velocity	6.399	m/s
Internal Diameter	10.02	in

CGP-109		
Pressure Drop	0.8316	psi
Maximum Velocity	12.91	m/s
Material Type	2.067	in

13		
Temperature	23.08	C
Pressure	18.10	bar_g
Molar Flow	1.700	MMSCFD

7		
Temperature	7.431	C
Pressure	18.98	bar_g
Molar Flow	20.15	MMSCFD

CALENTADOR 1		
DUTY	2.774	MMBtu/hr
Feed Temperature	8.704	C
Product Temperature	54.69	C

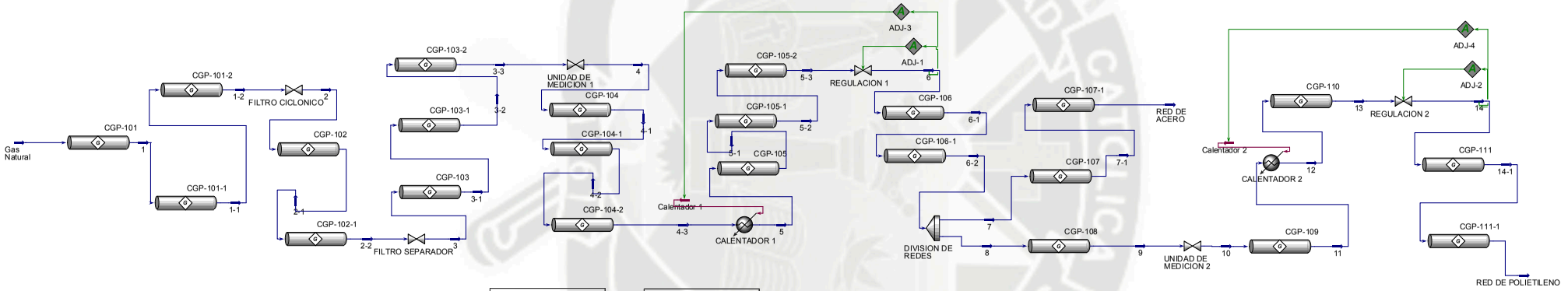
ADJ-3		
Target Value	7.480	C

ADJ-2		
Target Value	4.000	bar_g

CGP-111		
Pressure Drop	0.1992	psi
Maximum Velocity	13.72	m/s
Internal Diameter	4.026	in

ADJ-1		
Target Value	19.00	bar_g

ADJ-4		
Target Value	15.00	C



FILTRO SEPARADOR		
Pressure Drop	10.15	psi

FILTRO CICLONICO		
Pressure Drop	1.450	psi

1		
Temperature	8.989	C
Pressure	135.0	bar_g
Molar Flow	21.85	MMSCFD

CGP-102-1		
Pressure Drop	0.2593	psi
Maximum Velocity	1.771	m/s
Internal Diameter	7.625	in

1-2		
Temperature	8.982	C
Pressure	135.0	bar_g
Molar Flow	21.85	MMSCFD

CGP-106		
Pressure Drop	0.1874	psi
Maximum Velocity	6.931	m/s
Material Type	10.02	in

CGP-104-1		
Pressure Drop	-0.1965	psi
Maximum Velocity	1.782	m/s
Internal Diameter	7.625	in

4-1		
Temperature	8.697	C
Pressure	133.9	bar_g
Molar Flow	21.85	MMSCFD

5-1		
Temperature	54.68	C
Pressure	133.2	bar_g
Molar Flow	21.85	MMSCFD

10		
Temperature	7.302	C
Pressure	18.67	bar_g
Molar Flow	1.700	MMSCFD

11		
Temperature	7.296	C
Pressure	18.61	bar_g
Molar Flow	1.700	MMSCFD

RED DE POLIETILENO		
Temperature	15.02	C
Pressure	3.983	bar_g
Molar Flow	1.700	MMSCFD

3-1		
Temperature	8.756	C
Pressure	134.1	bar_g
Molar Flow	21.85	MMSCFD

1-1		
Temperature	9.006	C
Pressure	135.0	bar_g
Molar Flow	21.85	MMSCFD

CGP-103-1		
Pressure Drop	-0.1566	psi
Maximum Velocity	1.779	m/s
Internal Diameter	7.625	in

3		
Temperature	8.765	C
Pressure	134.2	bar_g
Molar Flow	21.85	MMSCFD

4-3		
Temperature	8.704	C
Pressure	133.9	bar_g
Molar Flow	21.85	MMSCFD

5		
Temperature	54.69	C
Pressure	133.2	bar_g
Molar Flow	21.85	MMSCFD

6-2		
Temperature	7.431	C
Pressure	18.98	bar_g
Molar Flow	21.85	MMSCFD

7-1		
Temperature	7.425	C
Pressure	18.96	bar_g
Molar Flow	20.15	MMSCFD

6-1		
Temperature	7.436	C
Pressure	18.99	bar_g
Molar Flow	21.85	MMSCFD

14-1		
Temperature	15.01	C
Pressure	3.986	bar_g
Molar Flow	1.700	MMSCFD

2		
Temperature	8.954	C
Pressure	134.9	bar_g
Molar Flow	21.85	MMSCFD

CGP-101-1		
Pressure Drop	-0.1969	psi
Maximum Velocity	1.770	m/s
Internal Diameter	7.625	in

CGP-102		
Pressure Drop	-0.1591	psi
Maximum Velocity	1.771	m/s
Internal Diameter	7.625	in

2-1		
Temperature	8.971	C
Pressure	134.9	bar_g
Molar Flow	21.85	MMSCFD

3-3		
Temperature	8.763	C
Pressure	134.1	bar_g
Molar Flow	21.85	MMSCFD

8		
Temperature	7.431	C
Pressure	18.98	bar_g
Molar Flow	1.700	MMSCFD

CGP-105-1		
Pressure Drop	-0.1547	psi
Maximum Velocity	2.084	m/s
Internal Diameter	7.625	in

CGP-108		
Pressure Drop	1.608	psi
Maximum Velocity	12.75	m/s
Internal Diameter	2.067	in

12		
Temperature	23.09	C
Pressure	18.11	bar_g
Molar Flow	1.700	MMSCFD

CGP-106-1		
Pressure Drop	0.1582	psi
Maximum Velocity	6.935	m/s
Internal Diameter	10.02	in

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO N°5

RESULTADOS ASPEM HYSYS

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

ESCENARIO NUMERO 1

Equipment						
Name	FILTRO CICLONICO	FILTRO SEPARADOR	UNIDAD DE MEDICION 1	REGULACION 1	UNIDAD DE MEDICION 2	REGULACION 2
Pressure Drop [psi]	1.450377	10.152639	2.900754	632.8926525	2.900754	203.6101832
Friction pressure Drop [psi]	1.450377	10.152639	2.900754	632.8926525	2.900754	203.6101832
Pipe Velocity [m/s]	100.3863516	100.759107	102.007528	103.9479881	13.12238446	13.65929856
Reynolds Number	20812916.2	20828131.28	20888552.94	20976263.02	970250.8359	973266.5386

Heater		
Name	CALENTADOR 1	CALENTADOR 2
Duty [MMBtu/hr]	0	0
Pressure Drop [psi]	10.152639	7.251885

Case - Material Stream												
Name	Gas Natural	1	1-1	1-2	2	2-1	2-2	3	3-1	3-2	3-3	4
Pressure [bar_g]	65	64.95369608	64.94022459	64.84596183	64.74596183	64.70984064	64.62062936	63.92062936	63.87251431	63.83507752	63.82051621	63.62051621
Temperature [C]	30	29.99255308	30.0042826	29.98777881	29.94331682	29.95502185	29.94903614	29.63664796	29.63070729	29.64236963	29.63535164	29.54573935
Mass Flow [kg/h]	38583.09443	38583.09443	38583.09443	38583.09443	38583.09443	38583.09443	38583.09443	38583.09443	38583.09443	38583.09443	38583.09443	38583.09443
Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	123.5336905	123.5336905	123.5336905	123.5336905	123.5336905	123.5336905	123.5336905	123.5336905	123.5336905	123.5336905	123.5336905	123.5336905
Vapor / Phase Fraction	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Molar Enthalpy [kJ/kgmole]	-77379.53417	-77378.9122	-77378.07246	-77376.86956	-77376.86956	-77375.55393	-77373.95747	-77373.95747	-77373.22068	-77371.87804	-77371.90161	-77371.90161

Case - Material Stream												
Name	4-1	4-2	4-3	5	5-1	5-2	5-3	6	6-1	6-2	7	8
Pressure [bar_g]	63.59839032	63.58523875	63.49927017	62.79927017	62.74807643	62.73302052	62.63642367	19	18.95363051	18.91509214	18.91509214	18.91509214
Temperature [C]	29.53982662	29.55148505	29.54441995	29.22948721	29.22246704	29.23408943	29.2267957	5.966897997	5.960994883	5.955136342	5.955136342	5.955136342
Mass Flow [kg/h]	38583.09443	38583.09443	38583.09443	38583.09443	38583.09443	38583.09443	38583.09443	38583.09443	38583.09443	38583.09443	37082.15026	1500.944177
Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	123.5336905	123.5336905	123.5336905	123.5336905	123.5336905	123.5336905	123.5336905	123.5336905	123.5336905	123.5336905	118.728032	4.805658439
Vapor / Phase Fraction	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Molar Enthalpy [kJ/kgmole]	-77371.71234	-77370.88362	-77369.39709	-77369.39709	-77368.64008	-77367.77309	-77366.06422	-77366.06422	-77365.15804	-77364.44288	-77364.44288	-77364.44288

Case - Material Stream										
Name	7-1	RED DE ACERO	9	10	11	12	13	14	14-1	RED DE POLIETILENO
Pressure [bar_g]	18.87006059	18.86645488	18.80444968	18.60444968	18.5472376	18.0472376	18.03843161	4	3.987148279	3.984422848
Temperature [C]	5.949261318	5.956837328	5.948973427	5.825343611	5.819436414	5.509636222	5.503989171	-3.585681704	-3.590837732	-3.583523015
Mass Flow [kg/h]	37082.15026	37082.15026	1500.944177	1500.944177	1500.944177	1500.944177	1500.944177	1500.944177	1500.944177	1500.944177
Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	118.728032	118.728032	4.805658439	4.805658439	4.805658439	4.805658439	4.805658439	4.805658439	4.805658439	4.805658439
Vapor / Phase Fraction	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Molar Enthalpy [kJ/kgmole]	-77363.56855	-77363.17791	-77361.96517	-77361.96517	-77360.79178	-77360.79178	-77360.79901	-77360.79901	-77360.66844	-77360.32751

Compressible Gas Pipe												
Name	CGP-101	CGP-101-1	CGP-101-2	CGP-102	CGP-102-1	CGP-103-2	CGP-103	CGP-103-1	CGP-104-2	CGP-104	CGP-104-1	CGP-105-1
Pressure Drop [psi]	0.671581398	0.195387431	1.367165377	0.523893401	1.293899924	0.211193877	0.697849604	0.542974577	1.246868481	0.320908789	0.190747433	0.218367401
Maximum Pressure [bar_g]	65	64.95369608	64.94022459	64.74596183	64.70984064	63.83507752	63.92062936	63.87251431	63.58523875	63.62051621	63.59839032	62.74807643
Maximum Velocity [m/s]	7.841140468	7.843045549	7.85384352	7.869259429	7.879799915	7.968788859	7.962280689	7.967184164	8.006065083	7.993661745	7.995597102	8.093993739
Nominal Diameter [in]	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
External Diameter [in]	8.625	8.625	8.625	8.625	8.625	8.625	8.625	8.625	8.625	8.625	8.625	8.625
Internal Diameter [in]	7.625	7.625	7.625	7.625	7.625	7.625	7.625	7.625	7.625	7.625	7.625	7.625
Roughness [in]	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018

Compressible Gas Pipe											
Name	CGP-105	CGP-105-2	CGP-106-1	CGP-106	CGP-108	CGP-107	CGP-107-1	CGP-109	CGP-110	CGP-111-1	CGP-111
Pressure Drop [psi]	0.742502241	1.401018591	0.55895163	0.672532472	1.604732827	0.653127255	0.052296337	0.829790775	0.127720128	0.039529037	0.186398399
Maximum Pressure [bar_g]	62.79927017	62.73302052	18.95363051	19	18.91509214	18.91509214	18.87006059	18.60444968	18.0472376	3.987148279	4
Maximum Velocity [m/s]	8.091771473	8.106081912	13.83883785	13.81241722	12.72125425	13.3303271	13.3331068	12.88255142	13.21164473	12.84270208	12.83535395
Nominal Diameter [in]	8	8	10	10	2	10	10	2	2	4	4
External Diameter [in]	8.625	8.625	10.75	10.75	2.375	10.75	10.75	2.375	2.375	4.5	4.5
Internal Diameter [in]	7.625	7.625	10.02	10.02	2.067	10.02	10.02	2.067	2.067	4.026	4.026
Roughness [in]	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018

ESCENARIO NUMERO 2

Equipment						
Name	FILTRO CICLONICO	FILTRO SEPARADOR	UNIDAD DE MEDICION 1	REGULACION 1	UNIDAD DE MEDICION 2	REGULACION 2
Pressure Drop [psi]	1.450377	10.152639	2.900754	1653.124202	2.900754	203.57878
Friction pressure Drop [psi]	1.450377	10.152639	2.900754	1653.124202	2.900754	203.57878
Pipe Velocity [m/s]	37.19191526	37.23019253	37.38777322	51.97698899	13.210561	14.69670839
Reynolds Number	15499721.61	15510480.13	15558721.01	16565656.5	965884.3956	924733.9499

Heater		
Name	CALENTADOR 1	CALENTADOR 2
Duty [MMBtu/hr]	5.542698052	0.051278803
Pressure Drop [psi]	10.152639	7.251885

Case - Material Stream												
Name	Gas Natural	1	1-1	1-2	2	2-1	2-2	3	3-1	3-2	3-3	4
Pressure [bar_g]	135	134.9709875	134.9775715	134.9170823	134.8170823	134.8134425	134.7667071	134.0667071	134.0386864	134.0345586	134.0204193	133.8204193
Temperature [C]	9	8.989119879	9.006326133	8.982190107	8.95403511	8.97124176	8.962535135	8.764516968	8.755806801	8.773022659	8.762687117	8.705815851
Mass Flow [kg/h]	38583.09443	38583.09443	38583.09443	38583.09443	38583.09443	38583.09443	38583.09443	38583.09443	38583.09443	38583.09443	38583.09443	38583.09443
Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	123.5336905	123.5336905	123.5336905	123.5336905	123.5336905	123.5336905	123.5336905	123.5336905	123.5336905	123.5336905	123.5336905	123.5336905
Vapor / Phase Fraction	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Molar Enthalpy [kJ/kgmole]	-79996.93401	-79997.11023	-79996.1161	-79996.57704	-79996.57704	-79995.39664	-79995.10774	-79995.10774	-79995.15652	-79993.96594	-79994.37509	-79994.37509

Case - Material Stream												
Name	4-1	4-2	4-3	5	5-1	5-2	5-3	6	6-1	6-2	7	8
Pressure [bar_g]	133.8041053	133.8108813	133.7647876	133.0647876	133.0323438	133.0344839	132.9783884	18.99945727	18.95284673	18.91411031	18.91411031	18.91411031
Temperature [C]	8.697109815	8.714329404	8.703983926	54.66012858	54.65223971	54.66534365	54.65717703	7.48008787	7.474205557	7.468368298	7.468368298	7.468368298
Mass Flow [kg/h]	38583.09443	38583.09443	38583.09443	38583.09443	38583.09443	38583.09443	38583.09443	38583.09443	38583.09443	38583.09443	37082.15026	1500.944177
Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	123.5336905	123.5336905	123.5336905	123.5336905	123.5336905	123.5336905	123.5336905	123.5336905	123.5336905	123.5336905	118.728032	4.805658439
Vapor / Phase Fraction	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Molar Enthalpy [kJ/kgmole]	-79994.63809	-79993.64807	-79993.46808	-77306.73679	-77306.71385	-77306.03736	-77305.70262	-77305.70262	-77304.80154	-77304.09053	-77304.09053	-77304.09053

Case - Material Stream										
Name	7-1	RED DE ACERO	9	10	11	12	13	14	14-1	RED DE POLIETILENO
Pressure [bar_g]	18.86884401	18.86519641	18.80286584	18.60286584	18.54534833	18.04534833	18.03614998	3.999883553	3.986149284	3.98314697
Temperature [C]	7.462514284	7.470057881	7.462222759	7.339919678	7.334032623	23.05112464	23.04572201	15.01924649	15.01418962	15.02128613
Mass Flow [kg/h]	37082.15026	37082.15026	1500.944177	1500.944177	1500.944177	1500.944177	1500.944177	1500.944177	1500.944177	1500.944177
Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	118.728032	118.728032	4.805658439	4.805658439	4.805658439	4.805658439	4.805658439	4.805658439	4.805658439	4.805658439
Vapor / Phase Fraction	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Molar Enthalpy [kJ/kgmole]	-77303.22111	-77302.83149	-77301.62544	-77301.62544	-77300.45831	-76661.4987	-76661.51282	-76661.51282	-76661.39494	-76661.05807

Compressible Gas Pipe												
Name	CGP-101	CGP-101-1	CGP-101-2	CGP-102	CGP-102-1	CGP-103-2	CGP-103	CGP-103-1	CGP-104-2	CGP-104	CGP-104-1	CGP-105-1
Pressure Drop [psi]	0.420790276	-0.095493123	0.877321781	0.052791482	0.677839838	0.205073956	0.406404896	0.059868725	0.668532783	0.236613835	-0.098278194	-0.031039632
Maximum Pressure [bar_g]	135	134.9775715	134.9775715	134.8170823	134.8134425	134.0345586	134.0667071	134.0386864	133.8108813	133.8204193	133.8108813	133.0344839
Maximum Velocity [m/s]	3.540246048	3.540290544	3.541562997	3.544127771	3.545238246	3.562306329	3.561737559	3.562063938	3.568319706	3.567192057	3.56723071	4.172809038
Nominal Diameter [in]	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
External Diameter [in]	8.625	8.625	8.625	8.625	8.625	8.625	8.625	8.625	8.625	8.625	8.625	8.625
Internal Diameter [in]	7.625	7.625	7.625	7.625	7.625	7.625	7.625	7.625	7.625	7.625	7.625	7.625
Roughness [in]	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018

Compressible Gas Pipe											
Name	CGP-105	CGP-105-2	CGP-106-1	CGP-106	CGP-108	CGP-107	CGP-107-1	CGP-109	CGP-110	CGP-111-1	CGP-111
Pressure Drop [psi]	0.470557205	0.813596969	0.561824129	0.676028625	1.61346409	0.656531974	0.052903956	0.83422086	0.133410636	0.043544873	0.19919868
Maximum Pressure [bar_g]	133.0647876	133.0344839	18.95284673	18.99945727	18.91411031	18.91411031	18.86884401	18.60286584	18.04534833	3.986149284	3.999883553
Maximum Velocity [m/s]	4.172708853	4.174451985	13.9145538	13.88784691	12.79125001	13.40342313	13.40624295	12.95374523	14.0450218	13.73257935	13.72399447
Nominal Diameter [in]	8	8	10	10	2	10	10	2	2	4	4
External Diameter [in]	8.625	8.625	10.75	10.75	2.375	10.75	10.75	2.375	2.375	4.5	4.5
Internal Diameter [in]	7.625	7.625	10.02	10.02	2.067	10.02	10.02	2.067	2.067	4.026	4.026
Roughness [in]	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018

ESCENARIO NUMERO 3

Equipment						
Name	FILTRO CICLONICO	FILTRO SEPARADOR	UNIDAD DE MEDICION 1	REGULACION 1	UNIDAD DE MEDICION 2	REGULACION 2
Pressure Drop [psi]	1.450377	10.152639	2.900754	633.384474	2.900754	203.5848684
Friction pressure Drop [psi]	1.450377	10.152639	2.900754	633.384474	2.900754	203.5848684
Pipe Velocity [m/s]	88.47060831	88.79455395	89.885437	104.6107151	13.21028534	14.69704318
Reynolds Number	21523942.7	21542965.17	21619192.42	20925855.93	965884.373	924704.9669

Heater		
Name	CALENTADOR 1	CALENTADOR 2
Duty [MMBtu/hr]	2.218924537	0.0513145
Pressure Drop [psi]	10.152639	7.251885

Case - Material Stream												
Name	Gas Natural	1	1-1	1-2	2	2-1	2-2	3	3-1	3-2	3-3	4
Pressure [bar_g]	65	64.95626903	64.94477999	64.85564325	64.75564325	64.72308662	64.63959442	63.93959442	63.89434026	63.8605692	63.84641346	63.64641346
Temperature [C]	9	8.991607801	9.004832996	8.986234267	8.934876758	8.948083168	8.941346976	8.580323233	8.573632362	8.586788497	8.578877951	8.475253418
Mass Flow [kg/h]	38583.09443	38583.09443	38583.09443	38583.09443	38583.09443	38583.09443	38583.09443	38583.09443	38583.09443	38583.09443	38583.09443	38583.09443
Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	123.5336905	123.5336905	123.5336905	123.5336905	123.5336905	123.5336905	123.5336905	123.5336905	123.5336905	123.5336905	123.5336905	123.5336905
Vapor / Phase Fraction	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Molar Enthalpy [kJ/kgmole]	-78396.02718	-78395.3296	-78394.37979	-78393.03164	-78393.03164	-78391.5459	-78389.75091	-78389.75091	-78388.92336	-78387.40802	-78387.43687	-78387.43687

Case - Material Stream												
Name	4-1	4-2	4-3	5	5-1	5-2	5-3	6	6-1	6-2	7	8
Pressure [bar_g]	63.62532604	63.61413145	63.53360784	62.83360784	62.78225165	62.76708603	62.67015529	18.99982171	18.95321201	18.91447628	18.91447628	18.91447628
Temperature [C]	8.468590493	8.48173732	8.473786117	30.52800694	30.52103059	30.53257963	30.52533102	7.479844587	7.473962268	7.468125001	7.468125001	7.468125001
Mass Flow [kg/h]	38583.09443	38583.09443	38583.09443	38583.09443	38583.09443	38583.09443	38583.09443	38583.09443	38583.09443	38583.09443	37082.15026	1500.944177
Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	123.5336905	123.5336905	123.5336905	123.5336905	123.5336905	123.5336905	123.5336905	123.5336905	123.5336905	123.5336905	118.728032	4.805658439
Vapor / Phase Fraction	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Molar Enthalpy [kJ/kgmole]	-78387.22567	-78386.28912	-78384.6182	-77309.0312	-77308.27966	-77307.4181	-77305.7212	-77305.7212	-77304.82014	-77304.10915	-77304.10915	-77304.10915

Case - Material Stream											
Name	7-1	RED DE ACERO	9	10	11	12	13	14	14-1	RED DE POLIETILENO	
Pressure [bar_g]	18.8692108	18.86556334	18.80323391	18.60323391	18.54571747	18.04571747	18.03651901	3.9998328	3.986097864	3.983095343	
Temperature [C]	7.462270981	7.469814611	7.461979476	7.33967627	7.333789212	23.06196734	23.05656485	15.03044965	15.02539283	15.0324892	
Mass Flow [kg/h]	37082.15026	37082.15026	1500.944177	1500.944177	1500.944177	1500.944177	1500.944177	1500.944177	1500.944177	1500.944177	
Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	118.728032	118.728032	4.805658439	4.805658439	4.805658439	4.805658439	4.805658439	4.805658439	4.805658439	4.805658439	
Vapor / Phase Fraction	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Molar Enthalpy [kJ/kgmole]	-77303.23975	-77302.85012	-77301.64411	-77301.64411	-77300.477	-76661.07258	-76661.08671	-76661.08671	-76660.96884	-76660.63197	

Compressible Gas Pipe												
Name	CGP-101	CGP-101-1	CGP-101-2	CGP-102	CGP-102-1	CGP-103-2	CGP-103	CGP-103-1	CGP-104-2	CGP-104	CGP-104-1	CGP-105-1
Pressure Drop [psi]	0.634263949	0.166634393	1.29281875	0.472193933	1.210951571	0.20531152	0.656356003	0.489807685	1.167895901	0.305847186	0.162363761	0.219958561
Maximum Pressure [bar_g]	65	64.95626903	64.94477999	64.75564325	64.72308662	63.8605692	63.93959442	63.89434026	63.61413145	63.64641346	63.62532604	62.78225165
Maximum Velocity [m/s]	7.297641562	7.299254837	7.308650733	7.32239827	7.331535251	7.411658227	7.406047658	7.410249027	7.444798309	7.434097441	7.435732251	8.124409143
Nominal Diameter [in]	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
External Diameter [in]	8.625	8.625	8.625	8.625	8.625	8.625	8.625	8.625	8.625	8.625	8.625	8.625
Internal Diameter [in]	7.625	7.625	7.625	7.625	7.625	7.625	7.625	7.625	7.625	7.625	7.625	7.625
Roughness [in]	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018

Compressible Gas Pipe											
Name	CGP-105	CGP-105-2	CGP-106-1	CGP-106	CGP-108	CGP-107	CGP-107-1	CGP-109	CGP-110	CGP-111-1	CGP-111
Pressure Drop [psi]	0.744858376	1.405861204	0.561814131	0.676016477	1.613433635	0.656520106	0.05290183	0.834205218	0.13341235	0.043547876	0.19920834
Maximum Pressure [bar_g]	62.83360784	62.76708603	18.95321201	18.99982171	18.91447628	18.91447628	18.8692108	18.60323391	18.04571747	3.986097864	3.9998328
Maximum Velocity [m/s]	8.12216888	8.136580854	13.91428619	13.88758079	12.79100134	13.40316424	13.40598387	12.9534895	14.04526386	13.73325512	13.72466919
Nominal Diameter [in]	8	8	10	10	2	10	10	2	2	4	4
External Diameter [in]	8.625	8.625	10.75	10.75	2.375	10.75	10.75	2.375	2.375	4.5	4.5
Internal Diameter [in]	7.625	7.625	10.02	10.02	2.067	10.02	10.02	2.067	2.067	4.026	4.026
Roughness [in]	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018

ESCENARIO NUMERO 4

Equipment						
Name	FILTRO CICLONICO	FILTRO SEPARADOR	UNIDAD DE MEDICION 1	REGULACION 1	UNIDAD DE MEDICION 2	REGULACION 2
Pressure Drop [psi]	1.450377	10.152639	2.900754	1656.435878	2.900754	204.4871558
Friction pressure Drop [psi]	1.450377	10.152639	2.900754	1656.435878	2.900754	204.4871558
Pipe Velocity [m/s]	18.58859458	18.60124431	18.67487276	25.94558814	13.16417308	14.64802052
Reynolds Number	7747919.474	7751592.197	7774379.946	8277167.488	965854.5616	924529.6124

Heater		
Name	CALENTADOR 1	CALENTADOR 2
Duty [MMBtu/hr]	2.77379761	0.051520113
Pressure Drop [psi]	10.152639	7.251885

Case - Material Stream												
Name	Gas Natural	1	1-1	1-2	2	2-1	2-2	3	3-1	3-2	3-3	4
Pressure [bar_g]	135	134.9851134	134.9986875	134.9666456	134.8666456	134.877616	134.8597397	134.1597397	134.1466493	134.1574451	134.146754	133.946754
Temperature [C]	9	8.989127229	9.006334005	8.982207731	8.95406764	8.971276327	8.962577338	8.76475598	8.756059741	8.773278649	8.762952571	8.706158094
Mass Flow [kg/h]	19291.54722	19291.54722	19291.54722	19291.54722	19291.54722	19291.54722	19291.54722	19291.54722	19291.54722	19291.54722	19291.54722	19291.54722
Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	61.76684523	61.76684523	61.76684523	61.76684523	61.76684523	61.76684523	61.76684523	61.76684523	61.76684523	61.76684523	61.76684523	61.76684523
Vapor / Phase Fraction	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Molar Enthalpy [kJ/kgmole]	-79996.93401	-79997.36697	-79996.50002	-79997.47872	-79997.47872	-79996.56445	-79996.80182	-79996.80182	-79997.12452	-79996.20777	-79996.68007	-79996.68007

Case - Material Stream												
Name	4-1	4-2	4-3	5	5-1	5-2	5-3	6	6-1	6-2	7	8
Pressure [bar_g]	133.9366408	133.9501899	133.9313961	133.2313961	133.2170988	133.2277625	133.2072632	19	18.98707656	18.97616617	18.97616617	18.97616617
Temperature [C]	8.697460428	8.71468243	8.704344463	54.69030803	54.68242449	54.69555657	54.6873993	7.442042568	7.436401041	7.430762905	7.430762905	7.430762905
Mass Flow [kg/h]	19291.54722	19291.54722	19291.54722	19291.54722	19291.54722	19291.54722	19291.54722	19291.54722	19291.54722	19291.54722	17790.60304	1500.944177
Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	61.76684523	61.76684523	61.76684523	61.76684523	61.76684523	61.76684523	61.76684523	61.76684523	61.76684523	61.76684523	56.96118679	4.805658439
Vapor / Phase Fraction	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Molar Enthalpy [kJ/kgmole]	-79997.05716	-79996.19128	-79996.51476	-77307.40964	-77307.63731	-77307.07667	-77307.23352	-77307.23352	-77307.14358	-77307.10255	-77307.10255	-77307.10255

Case - Material Stream										
Name	7-1	RED DE ACERO	9	10	11	12	13	14	14-1	RED DE POLIETILENO
Pressure [bar_g]	18.964477	18.96514003	18.86527517	18.66527517	18.60793918	18.10793918	18.09876157	3.999864813	3.986130517	3.983128195
Temperature [C]	7.425126517	7.432678172	7.42461982	7.302298576	7.296411056	23.08506482	23.07966042	15.01878077	15.0137239	15.02082041
Mass Flow [kg/h]	17790.60304	17790.60304	1500.944177	1500.944177	1500.944177	1500.944177	1500.944177	1500.944177	1500.944177	1500.944177
Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	56.96118679	56.96118679	4.805658439	4.805658439	4.805658439	4.805658439	4.805658439	4.805658439	4.805658439	4.805658439
Vapor / Phase Fraction	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Molar Enthalpy [kJ/kgmole]	-77307.04245	-77306.75741	-77304.64498	-77304.64498	-77303.4818	-76661.51534	-76661.53006	-76661.53006	-76661.41218	-76661.07531

Compressible Gas Pipe												
Name	CGP-101	CGP-101-1	CGP-101-2	CGP-102	CGP-102-1	CGP-103-2	CGP-103	CGP-103-1	CGP-104-2	CGP-104	CGP-104-1	CGP-105-1
Pressure Drop [psi]	0.215912531	-0.196876904	0.464728273	-0.159110972	0.25927267	0.155059998	0.189861235	-0.156579696	0.272581662	0.146680015	-0.196512988	-0.154663551
Maximum Pressure [bar_g]	135	134.9986875	134.9986875	134.877616	134.877616	134.1574451	134.1597397	134.1574451	133.9501899	133.946754	133.9501899	133.2277625
Maximum Velocity [m/s]	1.769939213	1.769939216	1.770136178	1.771262217	1.771405672	1.779489986	1.779447854	1.77944786	1.781959334	1.781846559	1.781846563	2.08367462
Nominal Diameter [in]	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
External Diameter [in]	8.625	8.625	8.625	8.625	8.625	8.625	8.625	8.625	8.625	8.625	8.625	8.625
Internal Diameter [in]	7.625	7.625	7.625	7.625	7.625	7.625	7.625	7.625	7.625	7.625	7.625	7.625
Roughness [in]	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018

Compressible Gas Pipe											
Name	CGP-105	CGP-105-2	CGP-106-1	CGP-106	CGP-108	CGP-107	CGP-107-1	CGP-109	CGP-110	CGP-111-1	CGP-111
Pressure Drop [psi]	0.207363659	0.297317359	0.158241791	0.187438546	1.608337635	0.169537049	-0.009616462	0.831588012	0.133109918	0.043544995	0.199199068
Maximum Pressure [bar_g]	133.2313961	133.2277625	18.98707656	19	18.97616617	18.97616617	18.96514003	18.66527517	18.10793918	3.986130517	3.999864813
Maximum Velocity [m/s]	2.083674616	2.083858927	6.934749031	6.931105322	12.74938275	6.398816693	6.398816715	12.91069132	14.00061386	13.73260876	13.72402381
Nominal Diameter [in]	8	8	10	10	2	10	10	2	2	4	4
External Diameter [in]	8.625	8.625	10.75	10.75	2.375	10.75	10.75	2.375	2.375	4.5	4.5
Internal Diameter [in]	7.625	7.625	10.02	10.02	2.067	10.02	10.02	2.067	2.067	4.026	4.026
Roughness [in]	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO N°6

PIPING CLASS

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

PIPING CLASS

1. NOMENCLATURA

Las clases de Tubería tiene la siguiente Nomenclatura

A 1 B 2

A, material, de acuerdo al siguiente código:

A=acero, P= polietileno.

1, clase de tubería Rating:

1=1500#, 2=900#, 3=600#, 4=300#, 5=150#, 6=PE

B, grado del material:

A=API 5L GR X70, E=API 5L GR X52, I=A-106 GR B, P=PE

2, corrosión permitida:

1=1/8", 2=1/16", 0= no aplica

2. CODIGOS Y ESTANDARES APLICABLES

- DS-040-2008-EM: Texto Único Ordenado del Reglamento de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos.
- ASME B31 piping system standards
- NFPA national fire protection association
- ASME B16 piping component standards
- MSS Manufacturers Standardization Society of the Valve and Fittings Industry
- API Piping Component Standards
- ASTM Piping Component Standards
- AWWA Piping Component Standards

3. DEFINICIONES

- BB: Bolted Bonnet
- BE: Beveled Ends
- BW: Butt Weld
- EW Electro fusion Weld
- FF: Flat Face
- FLGD: Flanged.
- HF: Hard Facing
- MDPE Medium Density Polyethylene
- NRS: Non Rising Stem

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- OS&Y: Outside Screw and Yoke
- PLE: Plain End
- PEFL Polyethylene Flanged
- PEV Polyethylene Valve
- RAT Rating o Rango
- RF: Raised Face
- RTJ: Ring Type Joint
- SE: Screwed End
- SCH Schedule o Cédula
- SW: Socket Weld
- THRD: Threaded
- TW Thermo Fusion Weld
- WN: Welding Neck

4. CRITERIOS DE DISEÑO

Dentro de los criterios de diseño se definen la presión, temperatura y otras fuerzas aplicables al diseño en sistemas de tubería.

Los criterios de diseño tienen el propósito de limitar el uso de tubería de plástico, principalmente a líneas principales y líneas de servicio, en sistemas típicos de distribución que operen a una presión de operación entre 3,79 – 4,48 bar, con una presión máxima de 4.92 bar (presión de diseño 5.5 bar).

Los materiales empleados para las válvulas, accesorios, tubería y tubing, deberán ser diseñados para cumplir con las condiciones de servicio particulares y generales de este sistema.

Los sistemas de tuberías deben ser diseñados para las más severas condiciones de presión, temperaturas y otras cargas y estas son las que resulten en el mayor espesor de tubería requerido y el mayor “Rating” de bridas.

Para esta especificación de tuberías, “Piping Class”, bajo código ASME B31.8 y DS- 040-2008-EM, para un City Gate se tiene en cuenta lo siguiente:

4.1. Temperatura De Diseño

La temperatura de diseño de cada componente de un sistema es aquella a la cual, bajo la presión coincidente, el mayor espesor o el más alto rating del componente es requerido.

Consideraciones mínimas para determinar la temperatura de diseño.

- Temperatura del fluido.
- Temperatura ambiental.

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. Presión De Diseño

Con el propósito de aprovechar al máximo las condiciones de suministro de gas por parte de TGP, para el evento de altos consumos y nuevos clientes (no contemplados durante la etapa de ingeniería), se define la presión de diseño de las líneas con base en la máxima presión permitida por la clase de tubería/bridas a las temperaturas de diseño correspondientes de acuerdo con el Grupo 1.1 del ASME B16.5, así:

CLASE	TEMPERATURA	PRESION DE DISEÑO	PRESION DE OPERACIÓN
900	50 °C	150.4 barg	135 barg
600	50 °C	100.2 barg	70 barg
150	50 °C	19.2 barg	19 barg
150	50 °C	19.2 barg	4 barg

La presión de prueba mínima para las líneas bajo el alcance de ASME B31.8, se aplicaran los valores de la sección 841.3 (ASME B31.8)

La presión de prueba se realizara según lo especificado en el código ASME B31.8, de acuerdo a las clases de localización en la que se encuentre la línea.

5. CODIFICACION DE TAGS DE VALVULAS

- BTH: Válvula de Bola Roscada
- BSW: Válvula de Bola Socketweld
- GSW: Válvula de Compuerta Socketweld
- GLSW: Válvula de Globo Socketweld
- CHSW: Válvula de Cheque Socketweld
- BRFH: Válvula de Bola Bridada RF con Volante (Handwheel), Full bore
- BRFH(R): Válvula de Bola Bridada RF con Volante (Handwheel), Agujero reducido (Reduced Bore)
- BRFG: Válvula de Bola Bridada RF con Operador de engranajes (Gear Operated)
- GRFH: Válvula de Compuerta Bridada RF con Volante (Handwheel)
- GRFG: Válvula de Compuerta Bridada RF con Operador de Engranajes (Gear Operated)
- GLRF: Válvula de globo Bridada RF
- CHRF: Válvula de Cheque Bridada RF
- BRTJH: Válvula de Bola Bridada RTJ con Volante (Handwheel), Full bore
- BRTJH(R): Válvula de Bola Bridada RTJ con Volante (Handwheel), Agujero reducido (Reduced Bore)
- BRTJG: Válvula de Bola Bridada RTJ con Operador de engranajes (Gear Operated)

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- GRTJH: Válvula de Compuerta Bridada RTJ con Volante (Handwheel)
- GRTJG: Válvula de Compuerta Bridada RTJ con Operador de Engranajes (Gear Operated)
- GLRTJ: Válvula de globo Bridada RTJ
- CHRTJ: Válvula de Cheque Bridada RTJ

6. PIPING CLASS

Ver planos adjuntos.

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

	"DISEÑO DE UNA ESTACIÓN REDUCTORA DE PRESIÓN (CITY GATE) DE GAS NATURAL PROCEDENTE DE CAMISEA"	UCSM - PPIMMEM
	PIPING CLASS	REV A
		26-04-14

SERVICIO	DISEÑO		TOLERANCIA DE CORROSIÓN:	PIPING CLASS
(NON NACE)	MAX. PRES. (PSIG)	MAX. TEMP. °F		
Gas Natural **CENTRO OPERACIONAL HUMAY Y CHINCHA**	2182 psig (150,4 Barg)	@122 °F (50 °C)	1/8" (3,2 mm)	A2E1
	2146 psig (148,3 Barg)	@140 °F (60 °C)		
			FACING	RATING
CODIGO DE DISEÑO ASME B31.8			RTJ	ANSI 900

NOMINAL SIZE (inch)	1/2	3/4	1	1½	2	2½	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
F=0,5								0,337	0,432	0,5	0,594	0,688	0,75	0,812	0,938			

PIPE			CARBON STEEL, PIPE, **API 5L GR X52M PSL2**, SAWL, LONGITUDINAL, BEVELED ENDS, COATING THREE LAYER POLYETHYLENE
FITTINGS			CARBON STEEL, **ASTM A 860 GR. WPHY 52**, DIMENSIONS AS PER ASME B16.9, BEVELED ENDS AS PER ASME B16.25 SCHEDULE ACCORDING TO PIPE
BRANCH			VER TABLA ANEXA
UNIONS			
PLUGS			
FLANGES			C.S. WELDING NECK FLANGE, **ASTM A-350 GR.LF6 CL2**, DIMENSIONS AS PER ASME B16.5, FACING R.T.J. CLASS 900 SCHEDULE ACCORDING TO PIPE (2)
VALVES	BLOCK	BALL	BRTJH, BRTJH(R) / BRTJG
		GATE	GRTJH / GRTJG
	CONTROL	GLOBE	GLRTJ
	CHECK	SWING	CHRTJ
BOLTING			C.S. STUD BOLT WITH TWO SEMI FINISHED HEAVY TYPE HEXAGONAL NUTS, ASTM **A-320 GR. L7 / ASTM A 194 GR. 7L**, THREADED ENTIRE LENGTH AS PER ASME B1.1, DIMENSIONS AS PER ASME B18.2.1 AND ASME B18.2.2
GASKETS			IRON, OCTOGONAL GASKET, 90 HBN, RATING 900, DIMENSIONS AS PER ASME B16.20, SUITABLE FOR R.T.J FLANGES ASME B16.5

TOPES

GASKETS: GRAFITO & GRASA

THREADS: CINTA DE TEFLON O LIQUIDO

NOTAS: (#) = NOTAS (B) =BRIDADOS (SCR) = ROSCADO (R.F.) = RAISED FACE (SCH) =SCHEDULE (C.S.) = CARBON STEEL

(SW) = EMBONADOS (WN) = BRIDA WELDING NECK (RF) =CARA REALZADA (R.T.J) = RING TYPE JOINT

1. CABEZALES DE 2" Y MAYORES CON CONEXIONES DE 1 1/2" Y MENORES DEBEN SER EMBONADAS.
2. BRIDAS SLIP -ON NO SON PERMITIDAS
3. MÍNIMO EL 10% DE LAS SOLDADURAS DEBEN SER INSPECCIONADAS CON RADIOGRAFÍAS DE ACUERDO A ASME B31.8 PARÁGRAFO 826.2(b).
4. TODOS LOS NIPLES QUE SERÁN USADOS PARA DRENAJES Y VENTEOS DEBEN SER CÉDULA 160 PARA DIÁMETROS MENORES DE 2" ASÍ SE GARANTIZA QUE LA CORROSIÓN NO AFECTE EL SISTEMA.
5. PRUEBA REQUERIDA PARA PROBAR LA RESISTENCIA DE LOS DUCTOS Y LÍNEAS PRINCIPALES DE ACUERDO A ASME B31.8, PARÁGRAFO 841.32
6. TODOS LOS NIPLES QUE SERÁN USADOS PARA DRENAJES Y VENTEOS DE DIÁMETROS MENORES DE 2" SE DEBE CONTAR CON UN ANTIVIBRATORIO.
7. PARA EL CALCULO DE ESPESORES DE TUBERÍA SE DEBE TENER EN CUENTA LA MÁXIMA PRESIÓN Y TEMPERATURA DE TRABAJO, CON ESTOS DATOS SE DEFINE POR PARTE DEL CONSULTOR LAS PRESIONES Y TEMPERATURAS DE DISEÑO. ESTAS APLICARAN PARA LA CLASE 900.DE ACUERDO A ASME B31.8, PARÁGRAFO 804.222
8. SOLO SE UTILIZARÁN ELEMENTOS ROSCADOS DE 6000# PARA PRUEBAS HIDROSTÁTICAS E INSTALACIÓN DE INSTRUMENTOS.
9. LAS CLASES DE LOCALIZACION SE IDENTIFICAN DE ACUERDO AL FACTOR DE DISEÑO ASI: F=0.72 CLASE DE LOCALIZACION 1, F=0.6 CLASE DE LOCALIZACION 2, F=0.5 CLASE DE LOCALIZACION 3, USAR F=0.5 PARA CRUCES ESPECIALES
10. INSPECCION RADIOGRAFICA: 10% SOLDADURAS EN CLASE DE LOCALIZACION 1
    15% SOLDADURAS EN CLASE DE LOCALIZACION 2
    40% SOLDADURAS EN CLASE DE LOCALIZACION 3
    100% EN SOLDADURAS DE ESTACIONES DE COMPRESORES, CRUCES DE RIOS, CRUCES DE CARRETERAS Y VIAS FERREAS,
    SI ES PRACTICABLE PERO EN NINGUN CASO MENOR AL 90%
    100% EN CENTROS OPERACIONALES, CITY GATES, FACILIDADES DE SUPERFICIE Y CRUCES ESPECIALES

	"DISEÑO DE UNA ESTACIÓN REDUCTORA DE PRESIÓN (CITY GATE) DE GAS NATURAL PROCEDENTE DE CAMISEA"	UCSM - PPIMMEM
	PIPING CLASS	REV A
		26-04-14

SERVICIO	DISEÑO		TOLERANCIA DE CORROSIÓN:	PIPING CLASS
(NON NACE)	MAX. PRES. (PSIG)	MAX. TEMP. °F		
Gas Natural **CENTRO OPERACIONAL HUMAY Y CHINCHA**	2182 psig (150,4 Barg)	@122 °F (50 °C)	1/8" (3,2 mm)	A2E1
	2146 psig (148,3 Barg)	@140 °F (60 °C)		
			FACING	RATING
CODIGO DE DISEÑO ASME B31.8			RTJ	ANSI 900

VALVES SPECIFICATIONS

SIZE	TAG	DESCRIPTION
2" - 10"	GRTJH	CARBON STEEL, GATE VALVE, ASTM **A-352 GR. LCC**, ACCORDING TO API 600, DIMENSIONS AS PER ASME B16.10, RING TYPE JOINT FLANGED ENDS, RATING 900, RATING AS PER ASME B16.5, CONSTRUCTION AS PER ASME B16.34, TESTS AS PER API 598, TRIM F8, AISI 304 SPIRAL WOUND BONNET GASKET GRAPHITE FILLER, BOLTED BONNET, OUTSIDE SCREW AND YOKE, FLEXIBLE WEDGE, STELLITE RENEWABLE SEAT RINGS, GRAPHITE STEM PACKING REPLACEABLE UNDER PRESSURE, HANDWHEEL
12" - 24"	GRTJG	CARBON STEEL, GATE VALVE, ASTM **A-352 GR. LCC**, ACCORDING TO API 600, DIMENSIONS AS PER ASME B16.10, RING TYPE JOINT FLANGED ENDS, RATING 900, RATING AS PER ASME B16.5, CONSTRUCTION AS PER ASME B16.34, TESTS AS PER API 598, TRIM F8, AISI 304 SPIRAL WOUND BONNET GASKET GRAPHITE FILLER, BOLTED BONNET, OUTSIDE SCREW AND YOKE, FLEXIBLE WEDGE, STELLITE RENEWABLE SEAT RINGS, GRAPHITE STEM PACKING REPLACEABLE UNDER PRESSURE, GEAR OPERATOR
2" - 24"	CHRTJ	CARBON STEEL, SWING CHECK VALVE, SUITABLE FOR HORIZONTAL AND VERTICAL INSTALLATION, ASTM **A-352 GR. LCC**, DIMENSIONS AS PER ASME B16.10, RING TYPE JOINT FLANGED ENDS, RATING 900, RATING AS PER ASME B16.5, CONSTRUCTION AS PER ASME B16.34, TESTS AS PER API 598, TRIM F8, AISI 304 SPIRAL WOUND BONNET GASKET GRAPHITE FILLER, BOLTED CAP, STELLITE RENEWABLE SEAT RINGS, .
2" - 12"	GLRTJ	CARBON STEEL, GLOBE VALVE, ASTM **A-352 GR. LCC**, DIMENSIONS AS PER ASME B16.10, RING TYPE JOINT FLANGED ENDS, RATING 900, RATING AS PER ASME B16.5, CONSTRUCTION AS PER ASME B16.34, TESTS AS PER API 598, TRIM F8, AISI 304 SPIRAL WOUND BONNET GASKET GRAPHITE FILLER, BOLTED BONNET, OUTSIDE SCREW AND YOKE, SWIVEL DISC PLUG TYPE, STELLITE RENEWABLE SEAT RINGS, GRAPHITE STEM PACKING REPLACEABLE UNDER PRESSURE, HANDWHEEL
2" - 10"	BRTJH	CARBON STEEL, BALL VALVE, TRUNNION MOUNTED, FULL PORT, ASTM **A-352 GR. LCC**, ACCORDING TO API 6D, DIMENSIONS AS PER ASME B16.10, RING TYPE JOINT FLANGED ENDS, RATING 900, RATING AS PER ASME B16.5, CONSTRUCTION AS PER ASME B 16.34, TRIM F8, BOLTED BONNET, 316 SS BALL, HANDWHEEL OPERATOR
2" - 10"	BRTJH(R)	CARBON STEEL, BALL VALVE, TRUNNION MOUNTED, REDUCED PORT, ASTM **A-352 GR. LCC**, ACCORDING TO API 6D, DIMENSIONS AS PER ASME B16.10, RING TYPE JOINT FLANGED ENDS, RATING 900, RATING AS PER ASME B16.5, CONSTRUCTION AS PER ASME B 16.34, TRIM F8, BOLTED BONNET, 316 SS BALL, HANDWHEEL OPERATOR
12" - 24"	BRTJG	CARBON STEEL, BALL VALVE, TRUNNION MOUNTED, FULL PORT, ASTM **A-352 GR. LCC**, ACCORDING TO API 6D, DIMENSIONS AS PER ASME B16.10, RING TYPE JOINT FLANGED ENDS, RATING 900, RATING AS PER ASME B16.5, CONSTRUCTION AS PER ASME B 16.34, TRIM F8, BOLTED BONNET, 316 SS BALL, GEAR OPERATOR

PLANOS Y/O DOCUMENTOS DE REFERENCIA

No.	DESCRIPCIÓN

NOTAS Y CONVENCIONES :

No.	DESCRIPCIÓN

NOTAS:

No.	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE	FECHA	ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ
A	EMITIDOS PARA REVISION	J. CUADROS	26-04-2014	J. CUADROS		

REVISIONES

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIAS FISICAS Y FORMALES

"DISEÑO DE UNA ESTACIÓN REDUCTORA DE PRESIÓN (CITY GATE) DE GAS NATURAL PROCEDENTE DE CAMISEA"

PIPING CLASS
CITY GATE CAMISEA

PROYECTO	CGC			PLANCHA No. 01	DE 02
DISEÑÓ	J.F.C.P	APROBÓ		ESCALA: SIN ESCALA	FECHA : 26-04-14
REVISÓ	J.F.C.P	DIBUJÓ	J.F.C.P		
LÍNEA No.				PID : TODOS	
Cod.: PIPING CLASS					REV. A

"DISEÑO DE UNA ESTACIÓN REDUCTORA DE PRESIÓN (CITY GATE) DE GAS NATURAL PROCEDENTE DE CAMISEA"

UCSM - PPIMMEM

REV A

26-04-14

PIPING CLASS

SERVICIO	DISEÑO		TOLERANCIA DE CORROSIÓN:	PIPING CLASS
(NON NACE)	MAX. PRES. (PSIG)	MAX. TEMP. ºF		
Gas Natural, Drenaje y Venteo, Condensados, Agua, Gas de Servicios **TUBERIA DE SERVICIOS (F=0.5), ESTACIONES DE DISTRITO (F=0.4)**	**279 psig (19,2 Barg)**	**@ 122 ºF (50 ºC)**	**1/8" (3,2 mm)**	A5I1
			FACING	**RATING**
CODIGO DE DISEÑO ASME B31.8			**RF**	ANSI 150

NOMINAL SIZE (inch)			1/2	3/4	1	1½	2	2½	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
F=0.5			SCH 80				SCH 40						SCH 40							
F=0.4			SCH 80				SCH 80	SCH 40												
PIPE			CARBON STEEL, SEAMLESS PIPE, ASTM A-106 GR. B, DIMENSIONS AS PER ASME B36.10, PLAIN ENDS				CARBON STEEL, SEAMLESS PIPE, ASTM **A-106 GR. B / A-53 GR B / API 5L GR B**, DIMENSIONS AS PER ASME B36.10, BEVELED ENDS AS PER ASME B16.25													
FITTINGS			CARBON STEEL, ASTM A-105, DIMENSIONS AS PER ASME B16.11, SOCKET WELDING ENDS AS PER ASME B16.11 (1) CLASS 3000				CARBON STEEL, ASTM **A 234 GR. WPB**, DIMENSIONS AS PER ASME B16.9, BEVELED ENDS AS PER ASME B16.25 SCHEDULE ACCORDING TO PIPE													
BRANCH			VER TABLA ANEXA																	
UNIONS			CARBON STEEL, ASTM A-105, DIMENSIONS AS PER ASME B16.11, SOCKET WELDING ENDS AS PER ASME B16.11(1) CLASS 3000																	
PLUGS			CARBON STEEL, PLUG SOLID, ROUND HEAD, ASTM A-105, DIMENSIONS AS PER ASME B16.11, MALE THREADED ENDS AS PER ASME B1.20.1, NPT CLASS 3000																	
FLANGES			CARBON STEEL, SOCKET WELDING FLANGE, ASTM A-105, DIMENSIONS AS PER ASME B16.5, RAISED FACE FLANGED END CLASS 150				CARBON STEEL, WELDING NECK FLANGE, ASTM **A-105**, DIMENSIONS AS PER ASME B16.5, RAISED FACE FLANGED END. CLASS 150 SCHEDULE ACCORDING TO PIPE (2)													
VALVES	BLOCK	BALL	BTH (8), BSW				BRFH, BRFH(R)													
		GATE	GSW				GRFH													
	CONTROL	GLOBE	GLSW				GLRF													
	CHECK	SWING	CHSW				CHRF													
BOLTING			CARBON STEEL, STUD BOLT WITH TWO SEMI FINISHED HEAVY TYPE HEXAGONAL NUTS, ASTM **A-193 GR. B7 / ASTM A 194 GR. 2H**, THREADED ENTIRE LENGTH AS PER ASME B1.1, DIMENSIONS AS PER ASME B18.2.1 AND ASME B18.2.2																	
GASKETS			STAINLESS STEEL, SPIRAL WOUND GASKET WITH GRAPHITE FILLER AND CARBON STEEL EXTERNAL CENTERING RINGS, THICKNESS 1/8" INCHES, AISI 304 SS, DIMENSIONS AS PER ASME B16.20, SUITABLE FOR RAISED FACE FLANGES ASME B16.5																	

TOPES

GASKETS: GRAFITO & GRASA

THREADS: CINTA DE TEFLON O LIQUIDO

NOTAS: (#) = NOTAS (B) =BRIDADOS (SCR) = ROSCADO (R.F.) = RAISED FACE (SCH) =SCHEDULE (C.S.) = CARBON STEEL

(SW) = EMBONADOS (WN) = BRIDA WELDING NECK (RF) =CARA REALZADA

1. CABEZALES DE 2" Y MAYORES CON CONEXIONES DE 1 1/2" Y MENORES DEBEN SER EMBONADAS.
2. BRIDAS SLIP -ON NO SON PERMITIDAS
3. MÍNIMO EL 10% DE LAS SOLDADURAS DEBEN SER INSPECCIONADAS CON RADIOGRAFÍAS DE ACUERDO A ASME B31.8 PARÁGRAFO 826.2(b).
4. TODOS LOS NIPLES QUE SERÁN USADOS PARA DRENAJES Y VENTEOS DEBEN SER CÉDULA 160 PARA DIÁMETROS MENORES DE 2" ASÍ SE GARANTIZA QUE LA CORROSIÓN NO AFECTE EL SISTEMA.
5. PRUEBA REQUERIDA PARA PROBAR LA RESISTENCIA DE LOS DUCTOS Y LÍNEAS PRINCIPALES DE ACUERDO A ASME B31.8, PARÁGRAFO 841.32
6. TODOS LOS NIPLES QUE SERÁN USADOS PARA DRENAJES Y VENTEOS DE DIÁMETROS MENORES DE 2" SE DEBE CONTAR CON UN ANTIVIBRATORIO.
7. PARA EL CALCULO DE ESPESORES DE TUBERÍA SE DEBE TENER EN CUENTA LA MÁXIMA PRESIÓN Y TEMPERATURA DE TRABAJO, CON ESTOS DATOS SE DEFINE POR PARTE DEL CONSULTOR LAS PRESIONES Y TEMPERATURAS DE DISEÑO. ESTAS APLICARAN PARA LA CLASE 150.DE ACUERDO A ASME B31.8, PARÁGRAFO 804.222
8. SOLO SE UTILIZARÁN ELEMENTOS ROSCADOS DE 3000# PARA PRUEBAS HIDROSTÁTICAS E INSTALACIÓN DE INSTRUMENTOS.
9. LAS CLASES DE LOCALIZACION SE IDENTIFICAN DE ACUERDO AL FACTOR DE DISEÑO ASI: F=0.72 CLASE DE LOCALIZACION 1, F=0.6 CLASE DE LOCALIZACION 2, F=0.5 CLASE DE LOCALIZACION 3, USAR F=0.5 PARA CRUCES ESPECIALES
10. INSPECCION RADIOGRAFICA: 10% SOLDADURAS EN CLASE DE LOCALIZACION 1
    15% SOLDADURAS EN CLASE DE LOCALIZACION 2
    40% SOLDADURAS EN CLASE DE LOCALIZACION 3
    100% EN SOLDADURAS DE ESTACIONES DE COMPRESORES, CRUCES DE RIOS, CRUCES DE CARRETERAS Y VIAS FERREAS, SI ES PRACTICABLE PERO EN NINGUN CASO MENOR AL 90%
    100% EN CENTROS OPERACIONALES, CITY GATES, FACILIDADES DE SUPERFICIE Y CRUCES ESPECIALES

"DISEÑO DE UNA ESTACIÓN REDUCTORA DE PRESIÓN (CITY GATE) DE GAS NATURAL PROCEDENTE DE CAMISEA"

UCSM - PPIMMEM

REV A

26-04-14

PIPING CLASS

SERVICIO	DISEÑO		TOLERANCIA DE CORROSIÓN:	PIPING CLASS
(NON NACE)	MAX. PRES. (PSIG)	MAX. TEMP. ºF		
Gas Natural, Drenaje y Venteo, Condensados, Agua, Gas de Servicios **TUBERIA DE SERVICIOS (F=0.5), ESTACIONES DE DISTRITO (F=0.4)**	**279 psig (19,2 Barg)**	**@ 122 ºF (50 ºC)**	**1/8" (3,2 mm)**	A5I1
			FACING	**RATING**
CODIGO DE DISEÑO ASME B31.8			**RF**	ANSI 150

VALVES SPECIFICATIONS

SIZE	TAG	DESCRIPTION
1/2" - 1 1/2"	GSW	CARBON STEEL, GATE VALVE, ASTM **A-105**, ACCORDING TO API 602, 800LB, SOCKET WELDING ENDS AS PER ASME B16.11, CONSTRUCTION AS PER ASME B16.34, TESTS AS PER API 598, TRIM F8, AISI 304 SPIRAL WOUND BONNET GASKET GRAPHITE FILLER, BOLTED BONNET, OUTSIDE SCREW AND YOKE, SOLID WEDGE, STELLITE INTEGRAL SEAT RINGS, GRAPHITE STEM PACKING REPLACEABLE UNDER PRESSURE, HANDWHEEL
2" - 10"	GRFH	CARBON STEEL, GATE VALVE, ASTM **A-216 GR. WCB**, ACCORDING TO API 600, DIMENSIONS AS PER ASME B16.10, RAISED FACE FLANGED ENDS, RATING 150, RATING AS PER ASME B16.5, CONSTRUCTION AS PER ASME B16.34, TESTS AS PER API 598, TRIM F8, AISI 304 SPIRAL WOUND BONNET GASKET GRAPHITE FILLER, BOLTED BONNET, OUTSIDE SCREW AND YOKE, FLEXIBLE WEDGE, STELLITE RENEWABLE SEAT RINGS, GRAPHITE STEM PACKING REPLACEABLE UNDER PRESSURE, HANDWHEEL
12" - 24"	GRFG	CARBON STEEL, GATE VALVE, ASTM **A-216 GR. WCB**, ACCORDING TO API 600, DIMENSIONS AS PER ASME B16.10, RAISED FACE FLANGED ENDS, RATING 150, RATING AS PER ASME B16.5, CONSTRUCTION AS PER ASME B16.34, TESTS AS PER API 598, TRIM F8, AISI 304 SPIRAL WOUND BONNET GASKET GRAPHITE FILLER, BOLTED BONNET, OUTSIDE SCREW AND YOKE, FLEXIBLE WEDGE, STELLITE RENEWABLE SEAT RINGS, GRAPHITE STEM PACKING REPLACEABLE UNDER PRESSURE, GEAR OPERATOR
1/2" - 1 1/2"	CHSW	CARBON STEEL, SPRING BALL CHECK VALVE, SUITABLE FOR HORIZONTAL AND VERTICAL INSTALLATION, ASTM **A-105** DIMENSIONS AS PER ASME B16.10, 800LB, SOCKET WELDING ENDS AS PER ASME B16.11, CONSTRUCTION AS PER ASME B16.34, TESTS AS PER API 598, TRIM F8, AISI 304 SPIRAL WOUND GASKET WITH GRAPHITE FILLER, BOLTED CAP, 316 SS BALL, STELLITE INTEGRAL SEAT, .
2" - 24"	CHRF	CARBON STEEL, SWING CHECK VALVE, SUITABLE FOR HORIZONTAL AND VERTICAL INSTALLATION, ASTM **A-216 GR. WCB**, DIMENSIONS AS PER ASME B16.10, RAISED FACE FLANGED ENDS, RATING 150, RATING AS PER ASME B16.5, CONSTRUCTION AS PER ASME B16.34, TESTS AS PER API 598, TRIM F8, AISI 304 SPIRAL WOUND BONNET GASKET GRAPHITE FILLER, BOLTED CAP, STELLITE RENEWABLE SEAT RINGS, .
1/2" - 1 1/2"	GLSW	CARBON STEEL, GLOBE VALVE, ASTM **A-105**, DIMENSIONS AS PER ASME B16.10, 800LB, SOCKET WELDING ENDS AS PER ASME B16.11, CONSTRUCTION AS PER ASME B16.34, TESTS AS PER API 598, TRIM F8, AISI 304 SPIRAL WOUND GASKET WITH GRAPHITE FILLER, BOLTED BONNET, OUTSIDE SCREW AND YOKE, SWIVEL DISC PLUG TYPE, STELLITE INTEGRAL SEAT RINGS, GRAPHITE STEM PACKING REPLACEABLE UNDER PRESSURE, HANDWHEEL
2" - 12"	GLRF	CARBON STEEL, GLOBE VALVE, ASTM **A-216 GR. WCB**, DIMENSIONS AS PER ASME B16.10, RAISED FACE FLANGED ENDS, RATING 150, RATING AS PER ASME B16.5, CONSTRUCTION AS PER ASME B16.34, TESTS AS PER API 598, TRIM F8, AISI 304 SPIRAL WOUND BONNET GASKET GRAPHITE FILLER, BOLTED BONNET, OUTSIDE SCREW AND YOKE, SWIVEL DISC PLUG TYPE, STELLITE RENEWABLE SEAT RINGS, GRAPHITE STEM PACKING REPLACEABLE UNDER PRESSURE, HANDWHEEL
1/2" - 1 1/2"	BTH	CARBON STEEL, BALL VALVE, FLOATING, FULL PORT, ASTM **A-105**, ACCORDING TO API 608, 800LB, DIMENSIONS AS PER ASME B16.10, FEMALE THREADED ENDS, AS PER ANSI B 1.20.1, NPT, TESTS AS PER API 598, CONSTRUCTION AS PER ASME B 16.34, TRIM F8, BOLTED BONNET, 316 SS BALL, LEVER OPERATOR
1/2" - 1 1/2"	BSW	CARBON STEEL, BALL VALVE, FLOATING, FULL PORT, ASTM **A-105**, ACCORDING TO API 608, 800LB, DIMENSIONS AS PER ASME B16.10, SOCKET WELDING ENDS AS PER ASME B16.11, TESTS AS PER API 598, CONSTRUCTION AS PER ASME B 16.34, TRIM F8, BOLTED BONNET, 316 SS BALL, LEVER OPERATOR
2" - 10"	BRFH	CARBON STEEL, BALL VALVE, TRUNNION MOUNTED, FULL PORT, ASTM **A-216 GR. WCB**, ACCORDING TO API 608, DIMENSIONS AS PER ASME B16.10, RAISED FACE FLANGED ENDS, RATING 150, RATING AS PER ASME B16.5, CONSTRUCTION AS PER ASME B 16.34, TRIM F8, BOLTED BONNET, SS 316 BALL, HANDWHEEL OPERATOR
2" - 10"	BRFH(R)	CARBON STEEL, BALL VALVE, TRUNNION MOUNTED, REDUCED PORT, ASTM **A-216 GR. WCB**, ACCORDING TO API 608, DIMENSIONS AS PER ASME B16.10, RAISED FACE FLANGED ENDS, RATING 150, RATING AS PER ASME B16.5, CONSTRUCTION AS PER ASME B 16.34, TRIM F8, BOLTED BONNET, SS 316 BALL, HANDWHEEL OPERATOR
12" - 24"	BRFG	CARBON STEEL, BALL VALVE, TRUNNION MOUNTED, FULL PORT, ASTM **A-216 GR. WCB**, DIMENSIONS AS PER ASME B16.10, RAISED FACE FLANGED ENDS, RATING 150, RATING AS PER ASME B16.5, CONSTRUCTION AS PER ASME B 16.34, TRIM F8, BOLTED BONNET, SS 316 BALL, GEAR OPERATOR

PLANOS Y/O DOCUMENTOS DE REFERENCIA

No.	DESCRIPCIÓN

NOTAS Y CONVENCIONES :

No.	DESCRIPCIÓN

NOTAS:

No.	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE	FECHA	ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ
A	EMITIDOS PARA REVISION	J. CUADROS	26-04-2014	J. CUADROS		

REVISIONES

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIAS FISICAS Y FORMALES

"DISEÑO DE UNA ESTACIÓN REDUCTORA DE PRESIÓN (CITY GATE) DE GAS NATURAL PROCEDENTE DE CAMISEA"

PIPING CLASS
CITY GATE CAMISEA

PROYECTO	CGC			PLANCHA No. 02	DE 02
DISEÑÓ	J.F.C.P	APROBÓ		ESCALA: SIN ESCALA	FECHA : 26-04-14
REVISÓ	J.F.C.P	DIBUJÓ	J.F.C.P		
LÍNEA No.				PID : TODOS	
Cod.: PIPING CLASS					REV. A

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO N°7

PLANOS GENERALES

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

SISTEMA DE NUMERACIÓN DE LÍNEAS

Z-YYY-AA/A'A'BB-WDWW-GG-XXX

- CONSECUTIVO (001 A 999)
- AISLAMIENTO O RECUBRIMIENTO
- ESPECIFICACIÓN DE TUBERÍA ("PIPING CLASS")
- LOCALIDAD O INDUSTRIA
- TIPO DE INSTALACIÓN
- SERVICIO
- DIÁMETRO NOMINAL (PARA LAS LÍNEAS DE ACERO (")– PARA LAS LÍNEAS DE POLIETILENO mm)

YYY–TIPO DE SERVICIO

GAP	GAS DE ALTA PRESIÓN (19–150 BAR)
GMP	GAS DE MEDIA PRESIÓN (6–19 BAR)
GBP	GAS DE BAJA PRESIÓN (0–6 BAR)
CND	CONDENSADO
VEN	VENTEOS
GSI	GAS DE SERVICIOS / COMBUSTIBLE
SLD	SÓLIDOS

ESPECIFICACIÓN DE TUBERÍA (PIPING CLASS)

M–D–L–W

- CORROSION ALLOWANCE (1=1/8", =1/16", 0=NO APLICA)
- GRADO DE MATERIAL (A=API 5L.Gr.X70, B=API 5L.Gr.X65, C=API 5L.Gr.X60, D=API 5L.Gr.X56, E=API 5L.Gr.X52, F=API 5L.Gr.X46, G=API 5L.Gr.X42, H=API 5L.Gr.B, I=A–106 Gr.B, J=A–53.Gr.B, K=A–333Gr.3, P=PE–P80 Q=PE–P100
- CLASE DE TUBERÍA, RATING (1=1500#, 2=900#, 3=600#, 4=300#, 5=150#, 6=PE)
- MATERIAL (A=ACERO, S=ACERO INOXIDABLE, P=POLIETILENO, C=COBRE, L=ALUMINIO)

TIPO DE AISLAMIENTO Y/O RECUBRIMIENTOS

AA	SOLO AISLAMIENTO	AT	AISLAMIENTO Y TRACEADO ELÉCTRICO
HC	CONSERVACION DE CALOR	SP	SOLO PINTURA (INCLUIDOS RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS)
NP	SIN PROTECCIÓN, NI RECUBRIMIENTO		
PP	PROTECCIÓN PERSONAL		

SÍMBOLOS PARA CUERPOS DE VÁLVULAS

- COMPUERTA
- DE GLOBO
- DE BOLA
- MARIPOSA
- DE AGUJA
- DE TAPÓN
- DE ANGULO
- DE TRES VIAS
- DE CUATRO VIAS
- CHEQUE

MÁS INFORMACIÓN PUEDE SER ADICIONADA ADYACENTE AL CUERPO DEL SÍMBOLO SEA CON UNA NOTA O CON UN CÓDIGO.

TIPOS DE LÍNEAS

- LÍNEA PRINCIPAL DE FLUJO
- LÍNEA SECUNDARIA DE FLUJO
- LÍNEA EXISTENTE
- LÍNEA CON TRACEADO ELÉCTRICO
- PERÍMETRO DE PAQUETE O LÍMITE DE BATERÍA
- LÍNEA FLEXIBLE (MANGUERA)
- LÍNEA FUTURO

TIPOS DE SEÑALES (REF. ISA 5.1–6.2)

- LÍNEA ELÉCTRICA
- LÍNEA DE SEÑAL NEUMATICA
- LÍNEA DE SEÑAL POR SOFTWARE
- LÍNEA HIDRAÚLICA

ABREVIATURAS

FB	VÁLVULA DE PASO COMPLETO (FULL BORE)
FC	FALLA CERRADA
FO	FALLA ABIERTA
FL	FALLA EN SU ÚLTIMA POSICIÓN
FI	FALLA INDETERMINADA
CSC	BLOQUEO MECÁNICO EN POSICIÓN CERRADA
CSO	BLOQUEO MECÁNICO EN POSICIÓN ABIERTA
NC	NORMALMENTE CERRADA
NO	NORMALMENTE ABIERTA

SÍMBOLOS O FUNCIONES GENERALES DE INSTRUMENTOS (REF. ISA 5.1–6.3)

	MONTADO EN CAMPO	LOCALIZACIÓN PRINCIPAL NORMALMENTE ACCESIBLE AL OPERADOR, SALA DE CONTROL	LOCALIZACIÓN AUXILIAR NORMALMENTE ACCESIBLE AL OPERADOR, EN PANEL LOCAL	NORMALMENTE INACCESIBLE AL OPERADOR, DETRAS DEL PANEL DE CONTROL
INSTRUMENTOS DISCRETOS	○	⊖	⊖	⊖
CONTROL Y DISPLAY DISTRIBUIDO	◯	⊜	⊜	⊜
FUNCIÓN COMPUTARIZADA	⬡	⬡	⬡	⬡
CONTROL LÓGICO PROGRAMABLE	◇	◈	◈	◈

- XXX / XX–XXX — INSTRUMENTO CON RÓTULO LARGO (MÁS DE 4 DÍGITOS)
- ◇ J — INTERLOCK
- XX XX — INSTRUMENTOS CON CARCAZA COMÚN

SÍMBOLOS DE ACTUADORES (REF. ISA 5.1–6.5)

- M — CON MOTOR
- D — DIGITAL
- CON PISTÓN (SIMPLE ACCIÓN)
- CON PILOTO
- S — SOLENOIDE
- DIAFRAGMA Y RESORTE
- TY — CON CONVERTIDOR ELECTRONEUMÁTICO
- MANUAL

ELEMENTOS PRIMARIOS (ISA 5.1 REF. 6.8)

- MEDIDOR TIPO V – CONE
- MEDIDOR TIPO CORIOLIS
- MEDIDOR DE TURBINA
- MEDIDOR DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO
- MEDIDOR ULTRASÓNICO
- MEDIDOR TIPO CUÑA
- TANK / LG X — INDICADOR DE NIVEL
- TI X — INDICADOR DE TEMPERATURA
- TIT X — TRANSMISOR INDICADOR DE TEMPERATURA
- AYT X GC — CROMATÓGRAFO
- AYT X DEW POINT — ANALIZADOR DE HUMEDAD
- AYT X H_2S — ANALIZADOR DE H_2S
- AYT X — MEDIDOR DE CONTENIDO DE SÓLIDOS
- PI X — INDICADOR DE PRESIÓN
- PIT X — TRANSMISOR INDICADOR DE PRESIÓN
- LIT X / TANQUE — TRANSMISOR INDICADOR DE NIVEL TIPO RADAR
- RO X — ORIFICIO DE RESTRICCIÓN
- PDT X — TRANSMISOR DE PRESIÓN DIFERENCIAL
- ENDEREZADOR DE FLUJO

REGULADORES AUTO–ACTUADOS, VÁLVULAS Y OTROS ELEMENTOS

- PRESIÓN Y VACIO
- DE DOBLE BLOQUEO Y PURGA DRENAJE ABIERTO
- DE CONTROL DE PRESIÓN
- DE CONTROL AUTOREGULADA
- DE CONTROL
- DE CIERRE DE EMERGENCIA (SHUT DOWN)
- DE SEGURIDDAD
- I/P — TRANSDUCTOR DE CORRIENTE/PRESIÓN
- L/R — LOCAL REMOTO
- M/A — MANUAL–AUTOMÁTICO
- DE CONTROL DE PRESIÓN CON POSICIONADOR

ACCESORIOS DE TUBERÍA

- FIGURA 8 ABIERTA
- FIGURA 8 CERRADA
- REDUCCIÓN CONCENTRICA
- REDUCCIÓN EXCENTRICA
- OD — DRENAJE ABIERTO
- CD — DRENAJE CERRADO
- XXX / XXX — CAMBIO DE CLASE O ESPECIFICACIÓN DE TUBERÍA
- TAPÓN ROSCADO
- BRIDA CIEGA
- CONEXIÓN BRIDADA
- TAPÓN
- XX / YY — CAMBIO NÚMERO DE LÍNEA
- CONEXIÓN MANGUERA
- CONEXIÓN MANGUERA FLEXIBLE
- JUNTA DE EXPANSIÓN
- XXX / XXX — TIE–IN PUNTO DE INTERCONEXIÓN ENTRE TUBERÍA NUEVA Y EXISTENTE
- 00%min — PENDIENTE
- FILTRO EN Y
- JA XX — JUNTA DE AISLAMIENTO
- VENTEO ATMOSFÉRICO TIPO "CUELLO DE CISNE".
- VENTEO ATMOSFÉRICO
- BT — BRIDA DE TRANSICIÓN ACERO – POLIETILENO

PLANOS Y/O DOCUMENTOS DE REFERENCIA

No.	DESCRIPCIÓN

NOTAS Y CONVENCIONES :

No.	DESCRIPCIÓN

NOTAS:

1. LA SIMBOLOGIA MOSTRADA APLICA PARA TODO EL DESARROLLO DEL CITY GATE

No.	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE	FECHA	ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ
A	EMITIDOS PARA REVISION	J. CUADROS	26–04–2014	J. CUADROS		

REVISIONES

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIAS FISICAS Y FORMALES

"DISEÑO DE UNA ESTACIÓN REDUCTORA DE PRESIÓN (CITY GATE) DE GAS NATURAL PROCEDENTE DE CAMISEA"

DIAGRAMA DE SIMBOLOGIA
CITY GATE CAMISEA

PROYECTO	CGC			PLANCHA No. 01	DE 02	
DISEÑÓ	J.F.C.P	APROBÓ		ESCALA: SIN ESCALA	FECHA : 26–04–14	
REVISÓ	J.F.C.P	DIBUJÓ	J.F.C.P			

PID : TODOS

Cod.: DIAGRAMA DE SIMBOLOGIA_1de2 — REV. A

CÓDIGO DE TENSIÓN NOMINAL

1	10000 V
2	380/220 V
3	24 VDC
4	12 VDC
5	48 VDC

IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS

AA/A'A'BB(###)–FF–DXX

- AA/A'A' — TIPO DE INSTALACIÓN
- BB — LOCALIDAD O INDUSTRIA
- ### — NÚMERO DE KILÓMETRO
- FF — CÓDIGO DE EQUIPO
- D — CLASE DE TUBERÍA/ CÓDIGO DE TENSIÓN NOMINAL
- XX — CONSECUTIVO (DE 01 A 99)

NOTA : LOS CARACTERES BB Y ### SON EXCLUYENTES ENTRE SI

FF–CÓDIGO DE EQUIPOS

FS	FILTRO SEPARADOR	EL	ELECTRODO (CÁTODO/ÁNODO)
FC	FILTRO CICLÓNICO	RT	ROUTER
CL	CALENTADOR	AP	ROUTER INALAMBRICO
TE	TRAMPA DE ENVIO	SW	SWITCH ETHERNET
TR	TRAMPA DE RECIBO	MD	MÓDEM / MULTIPLEXOR
BE	BOMBA	SDH	EQUIPO SDH
UM	UNIDAD DE MEDICIÓN	TI	TELÉFONO IP
FL	TEA	CA	CÁMARA
SO	SISTEMA DE ODORIZACIÓN	SR	SERVIDOR
DR	TAMBOR	DA	ARRAY DE DISCOS
FI	FILTRO DE SERVICIOS	WS	WORKSTATION
VE	VENTEO	MT	MONITOR
TM	TRAFORMIX DE MEDIDA	KV	CONSOLA KVM
TF	TRANSFORMADOR	PR	IMPRESORA
TD	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN	VR	GRABADOR DE VIDEO
UPS	UPS	OS	ESTACIÓN DE OPERACIÓN
TG	GENERADOR ELÉCTRICO	PP	PANEL DE CONEXIÓN UTP
ME	MOTORES	PF	PANEL DE CONEXIÓN F.O.
PV	POLIVÁLVULA	RC	RECTIFICADOR
DC	FUENTE DE VOLTAJE (CONVERTIDOR)	CN	CONVERTIDOR
AL	CILINDRO AGENTE LIMPIO	PLC	CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE
FW	FIRE WALL	RTU	UNIDAD TERMINAL REMOTA

CRITERIO CONSECUTIVO DE LÍNEA

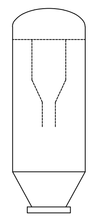
1. LÍNEAS DE PROCESO

GAS DE ALTA PRESIÓN	001 – 050
GAS DE MEDIA PRESIÓN	051 – 100
GAS DE BAJA PRESIÓN	101 – 150

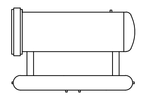
2. LÍNEAS DE SERVICIO

CONDENSADO	151 – 170
VENTEOS	171 – 200
GAS DE SERVICIOS	201 – 230
SÓLIDOS	231 – 260

FILTROS



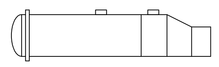
FILTRO CICLÓNICO



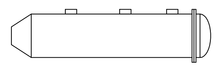
FILTRO SEPARADOR HORIZONTAL

FILTRO GAS DE SERVICIOS

MISCELANEOS



TRAMPA DE ENVÍO DE RASPATUBOS

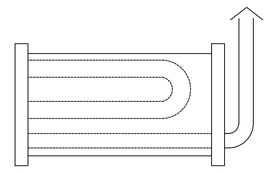


TRAMPA DE RECIBO DE RASPATUBOS

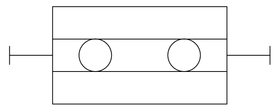
BOMBA CENTRÍFUGA

TEA

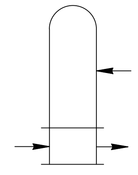
TAMBOR



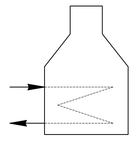
CALENTADOR DE BAÑO



CALENTADOR CATALÍTICO



INTERCAMBIADOR DE CALOR



CALDERA

SIGLAS PARA IDENTIFICACION FUNCIONAL DE INSTRUMENTOS

FUNCTIONS (SUBSEQUENT LETTERS) \ VARIABLE (FIRST LETTER)		ANALYSIS A	BURNER B	DENSITY D	FLOW F	MANUAL H	LEVEL L	DIFFERENTIAL LEVEL LD	HUMIDITY M	PRESSURE P	DIFFERENTIAL PRESSURE PD	SPEED S	TEMPERATURE T	DIFFERENTIAL TEMPERATURE TD	BURNER FLAME B	CURRENT I	POSITION Z	MULTIVARIABLE U	VIBRATION V	POWER J	STATUS MOTOR X	Y	VOLTAGE E
ALARM HIGH	(AH)	AAH	BAH		FAH		LAH	LDAH	MAH	PAH	PDAH	SAH	TAH	TDAH			ZAH		VAH	JAH		YAH	EAH
ALARM HIGH–HIGH	(AHH)	AAHH					LAHH	LDAHH		PAHH	PDAHH		TAHH	TDAHH			ZAHH		VAHH				
ALARM LOW	(AL)	AAL	BAL		FAL		LAL	LDAL		PAL	PDAL	SAL	TAL		BAL		ZAL	UA		JAL	XL	YAL	EAL
ALARM LOW–LOW	(ALL)	AALL			FALL		LALL	LDALL		PALL	PDALL		TALL				ZALL						
CONTROL VALVE	(V)	AV			FV	HV	LV	LDV		PV	PDV	SV	TV					UV					
PRIMARY ELEMENT	(E)	AE	BE		FE							SE	TE		BE		ZE		VE				
INDICATE	(I)	AI	BI	DI	FI		LI	LDI	MI	PI	PDI	SI	TI	TDI		II	ZI	UI	VI	JI		YI	EI
INDICATE–CONTROLLER	(IC)	AIC			FIC	HIC	LIC	LDIC		PIC	PDIC	SIC	TIC	TDIC									
TOTALIZER	(Q)				FQ																		
RECORD	(R)	AR		DR	FR		LR	LDR	MR	PR	PDR	SR	TR	TDR				UR	VR	JR			ER
SOLENOID VALVE RELAYS COMPUTING DEVICES CONVERTER	(Y)	AY			FY	HY	LY	LDY		PY	PDY	Y	Y	TDY			ZY	UY					
SWITCH	(S)		BS			HS									BS								
SWITCH HIGH	(SH)	ASH	BSH		FSH		LSH	LDSH	MSH	PSH	PDSH	SSH	TSH	TDSH			ZSH		VSH	JSH		YSH	ESH
SWITCH HIGH–HIGH	(SHH)						LSHH	LDSHH		PSHH	PDSHH		TSHH	TDSHH			ZSHH		VSHH				
SWITCH LOW	(SL)		BSL		FSL		LSL	LDSL		PSL	PDSL	SSL	TSL		BSL		ZSL			JSL		YSL	ESL
SWITCH LOW–LOW	(SLL)				FSLL		LSLL	LDSLL		PSLL	PDSLL		TSLL				ZSLL						
TRANSMITTER	(T)	AT	BT	DT	FT		LT	LDT	MT	PT	PDT	ST	TT	TDT			ZT	UT	VT				ET
WELL	(W)												TW										
GLASS	(G)		BG				LG	LDG															

IDENTIFICACIÓN DE INSTRUMENTOS

AA/A'A'BB(###)–CCC–DE–XX

- AA/A'A' — TIPO DE INSTALACIÓN
- BB — LOCALIDAD O INDUSTRIA
- ### — NÚMERO DE KILÓMETRO
- CCC — IDENTIFICACIÓN DEL INSTRUMENTO (ANSI/ISA 5.1)
- D — CLASE DE TUBERÍA / CÓDIGO DE TENSIÓN NOMINAL
- E — OPERACIÓN UNITARIA
- XX — CONSECUTIVO (DE 01 A 99)

NOTA : LOS CARACTERES BB Y ### SON EXCLUYENTES ENTRE SI

OPERACIÓN UNITARIA

0	ALMACENAR / RETENER
1	DERIVAR / SECCIONAR
2	FILTRAR SÓLIDOS / DECANTAR LÍQUIDOS
3	MEDIR
4	CALENTAR
5	REGULAR
6	ODORIZAR / ADICIONAR QUÍMICO
7	VENTEAR / DRENAR / QUEMAR
8	NO APLICA

IDENTIFICACIÓN DE CABLEADO DE ENERGÍA / COMUNICACIONES DE DATOS

AA/A'A'BB(###)–FF–DXX–W–XX

- AA/A'A'BB(###) — IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO (DESTINO O LLEGADA DEL CABLE)
- W — TIPO DE CONDUCTOR
- XX — CONSECUTIVO (DE 01 A 99)

TIPO DE CONDUCTOR

DESCRIPCIÓN	CÓDIGO
CABLE DE COBRE UN/BI/TRIPOLAR	C
CABLE ESTRUCTURADO RJ45 CAT 5E	U
FIBRA ÓPTICA	F
CABLE COAXIAL (VIDEO)	V
CABLE RS–485/232 APTO PARA MODBUS SERIE	M
CABLES DE EQUIPOS PROPIETARIOS	R
CABLE DE COBRE PAR SENCILLO DE INSTRUMENTOS APANTALLADO	I
CABLE DE POTENCIA O FUERZA ELÉCTRICA	P

PLANOS Y/O DOCUMENTOS DE REFERENCIA

No.	DESCRIPCIÓN

NOTAS Y CONVENCIONES :

No.	DESCRIPCIÓN

NOTAS:

1. LA SIMBOLOGIA MOSTRADA APLICA PARA TODO EL DESARROLLO DEL CITY GATE

No.	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE	FECHA	ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ
A	EMITIDOS PARA REVISION	J. CUADROS	26-04-2014	J. CUADROS		

REVISIONES

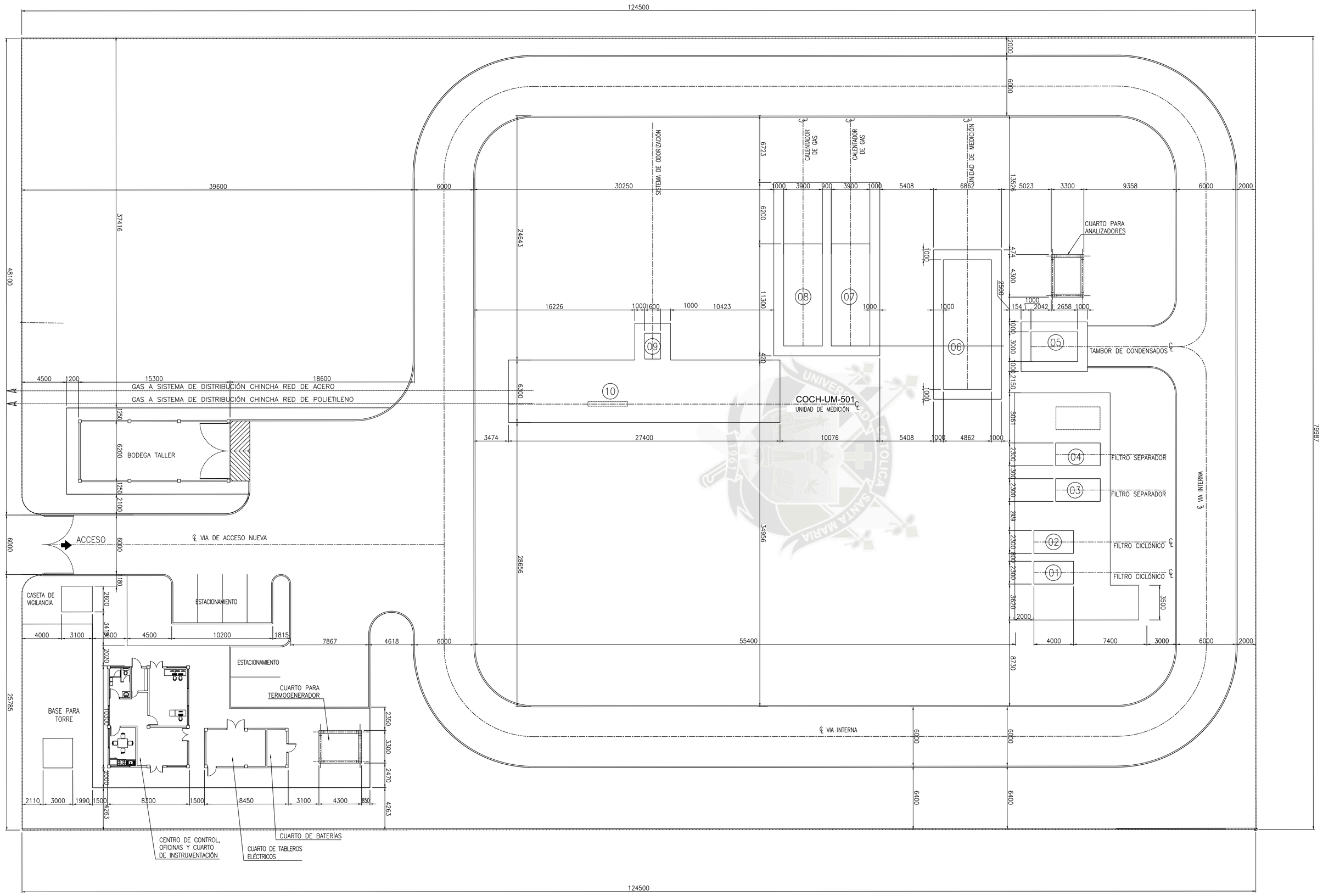
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIAS FISICAS Y FORMALES

"DISEÑO DE UNA ESTACIÓN REDUCTORA DE PRESIÓN (CITY GATE) DE GAS NATURAL PROCEDENTE DE CAMISEA"

DIAGRAMA DE SIMBOLOGIA
CITY GATE CAMISEA

PROYECTO	CGC			PLANCHA No. 02	DE 02
DISEÑÓ	J.F.C.P	APROBÓ		ESCALA: SIN ESCALA	FECHA : 26–04–14
REVISÓ	J.F.C.P	DIBUJÓ	J.F.C.P		
LÍNEA No.		PID :	TODOS		

Cod.: DIAGRAMA DE SIMBOLOGIA_2de2 — REV. A



PLANOS Y/O DOCUMENTOS DE REFERENCIA

No.	DESCRIPCIÓN
1	P&ID SISTEMA DE FILTRACION
2	P&ID MEDICION, CALENTAMIENTO Y REGULACION
3	P&ID GAS A RED DE ACERO
4	P&ID GAS A RED DE POLIETILENO

NOTAS Y CONVENCIONES :

No.	DESCRIPCIÓN

NOTAS:

1. TODAS LAS MEDIDAS ESTAN DADAS EN MILIMETROS, Y ELEVACIONES EN METROS

2. LA DISPOSICIÓN ARQUITECTÓNICA SE DEBERÁ REVISAR TENIENDO EN CUENTA LOS EQUIPOS A INSTALAR.

LISTADO DE EQUIPOS

ITEM	No. DE TAG	DESCRIPCIÓN
01	COCH-FC-201	FILTRO CICLÓNICO
02	COCH-FC-202	FILTRO CICLÓNICO
03	COCH-FS-201	FILTRO SEPARADOR
04	COCH-FS-202	FILTRO SEPARADOR
05	COCH-DR-501	TAMBOR DE CONDENSADOS
06	COCH-UM-201	UNIDAD DE MEDICIÓN
07	COCH-CL-201	CALENTADOR DE GAS
08	COCH-CL-202	CALENTADOR DE GAS
09	COCH-SO-501	SISTEMA DE ODORIZACIÓN
10	COCH-UM-501	UNIDAD DE MEDICIÓN
11	COCH-CL-501	CALENTADOR DE GAS

No.	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE	FECHA	ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ
A	EMITIDOS PARA REVISION	J. CUADROS	26-04-2014	J. CUADROS		

REVISIONES

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIAS FISICAS Y FORMALES

"DISEÑO DE UNA ESTACIÓN REDUCTORA DE PRESIÓN (CITY GATE) DE GAS NATURAL PROCEDENTE DE CAMISEA"

PLOT PLANT CITY GATE
CITY GATE CAMISEA

PROYECTO	CGC			PLANCHA No. 01	DE 01
DISEÑÓ	J.F.C.P	APROBÓ		ESCALA: 1:250	FECHA : 26-04-14
REVISÓ	J.F.C.P	DIBUJÓ	J.F.C.P		

PID : TODOS

Cod.: PLOT PLANT CITY GATE_1de1 — REV. A

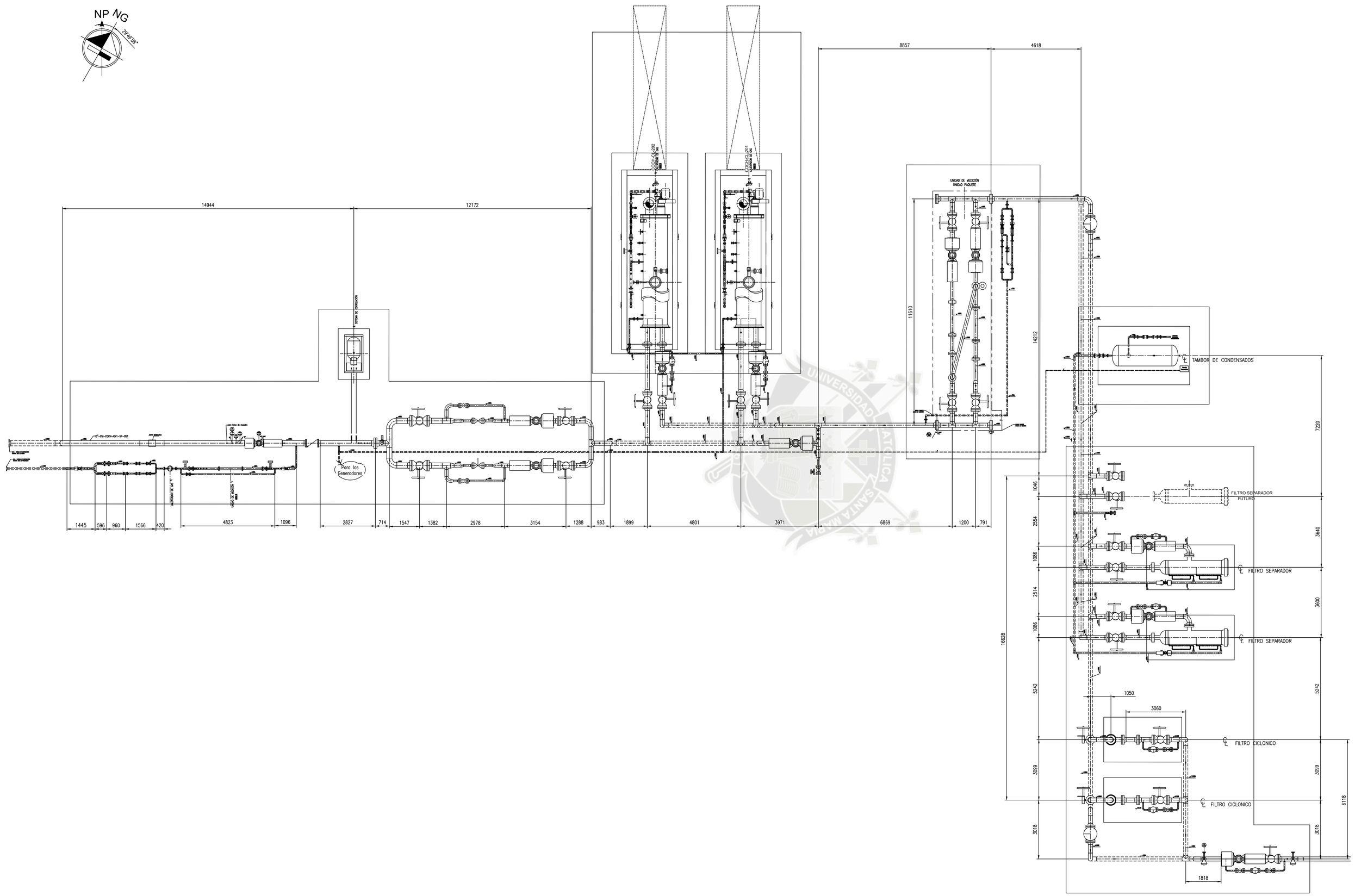
REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO N°8

PLANOS MECÁNICOS

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



PLANOS Y/O DOCUMENTOS DE REFERENCIA

No.	DESCRIPCIÓN
1	P&ID SISTEMA DE FILTRACION
2	P&ID MEDICION, CALENTAMIENTO Y REGULACION
3	P&ID GAS A RED DE ACERO
4	P&ID GAS A RED DE POLIETILENO
5	PLOT PLANT CITY GATE

NOTAS Y CONVENCIONES :

No.	DESCRIPCIÓN

NOTAS:

1. TODAS LAS MEDIDAS ESTAN DADAS EN MILIMETROS, Y ELEVACIONES EN METROS

2. TODOS LOS EQUIPOS MOSTRADOS SON DE CARACTER INFORMATIVO, ESTOS SE DESARROLLARÁN EN SUS VERDADERAS DIMENSIONES DE ACUERDO CON LOS PLANOS CERTIFICADOS DEL FABRICANTE.

3. PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS INCLUIR COMO PREFIJO EL CÓDIGO IDENTIFICADOR CGC

TUBERÍA AÉREA
TUBERÍA ENTERRADA
SENTIDO FLUJO

No.	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE	FECHA	ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ
A	EMITIDOS PARA REVISION	J. CUADROS	26-04-2014	J. CUADROS		

REVISIONES

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIAS FISICAS Y FORMALES

"DISEÑO DE UNA ESTACIÓN REDUCTORA DE PRESIÓN (CITY GATE) DE GAS NATURAL PROCEDENTE DE CAMISEA"

ARREGLO GENERAL DE TUBERIAS
CITY GATE CAMISEA

PROYECTO	CGC			PLANCHA No. 01	DE 01
DISEÑÓ	J.F.C.P	APROBÓ		ESCALA: SIN ESCALA	FECHA : 26-04-14
REVISÓ	J.F.C.P	DIBUJÓ	J.F.C.P		
LÍNEA No.				PID : TODOS	

Cod.: ARREGLO GENERAL DE TUBERIAS_1de1 | REV. A

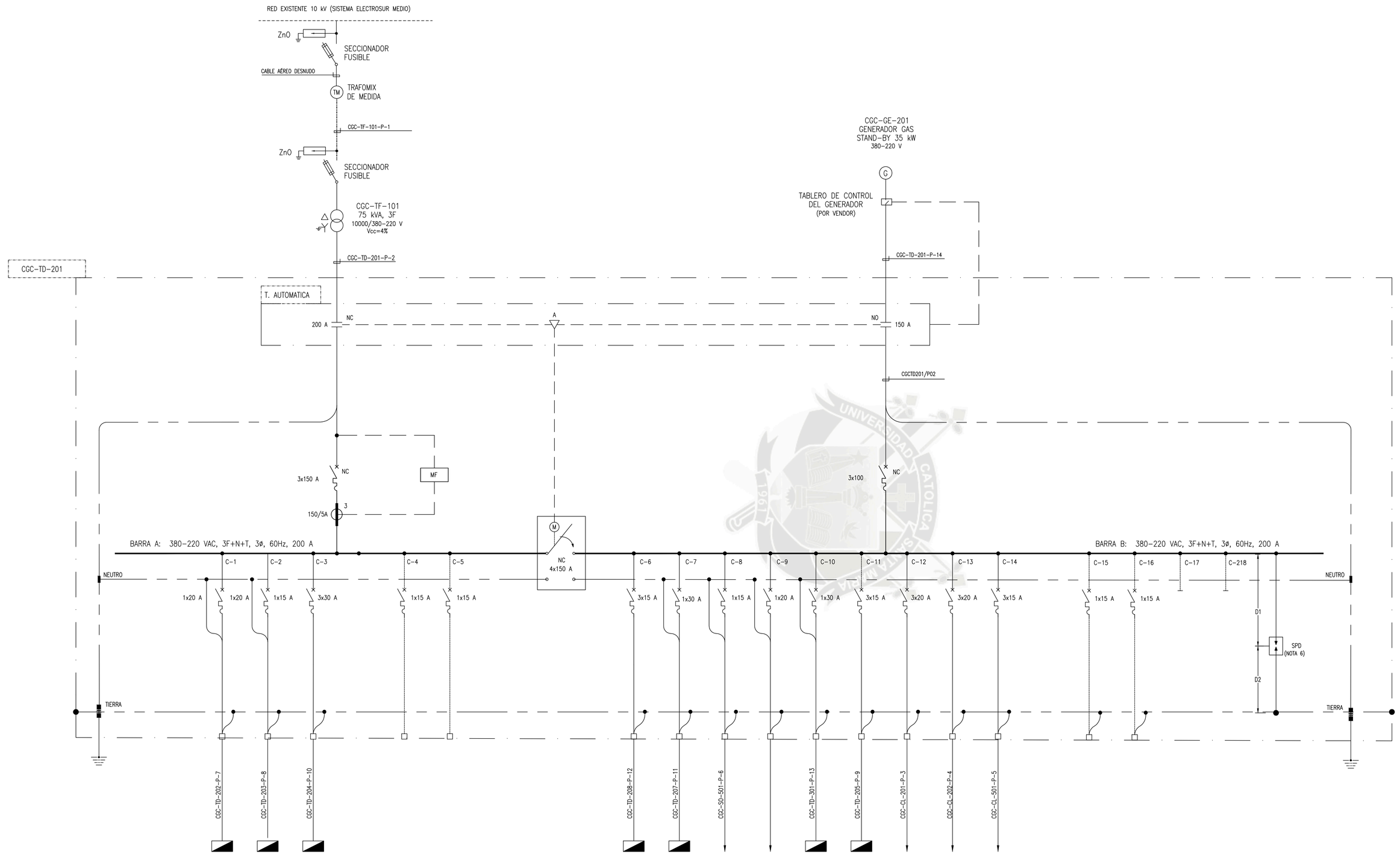
REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO N°9

PLANOS ELÉCTRICOS

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



PLANOS Y/O DOCUMENTOS DE REFERENCIA

No.	DESCRIPCIÓN
1	DIAGRAMA DE SIMBOLOGIA

NOTAS Y CONVENCIONES :

No.	DESCRIPCIÓN

NOTAS:

1. EL TRANSFORMADOR CGC-TF-101 DEBERA SER AISLADO EN ACEITE PARA INSTALACION A LA INTERPERIE, MONTAJE EN POSTE CON EQUIPOS DE SECCIONAMIENTO Y PROTECCION EN MEDIA TENSION.

LEYENDA

- PARARRAYOS
- TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN
- TM — TRAFOMIX DE MEDIDA CON MEDIDOR
- G — GENERADOR A GAS
- TABLERO DE DISTRIBUCIÓN BAJA TENSIÓN
- SECCIONADOR FUSIBLE
- A — ENCLAVAMIENTO MECÁNICO
- INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO
- DISPOSITIVO DE PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIÓN (SPD), TRIFASICO, SIMILAR A MODELO FLT-CP-3C-350 DE PHOENIX CONTACT
- SISTEMA DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA
- MF — INDICADOR DE MEDIDAS ELÉCTRICAS DEL TIPO MULTIFUNCIÓN
- CONTACTOR
- TRANSFORMADOR DE CORRIENTE
- BORNERA DE CONEXIÓN
- CONEXIÓN DE PUESTA A TIERRA

No.	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE	FECHA	ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ
A	EMITIDOS PARA REVISION	J. CUADROS	26-04-2014	J. CUADROS		

REVISIONES

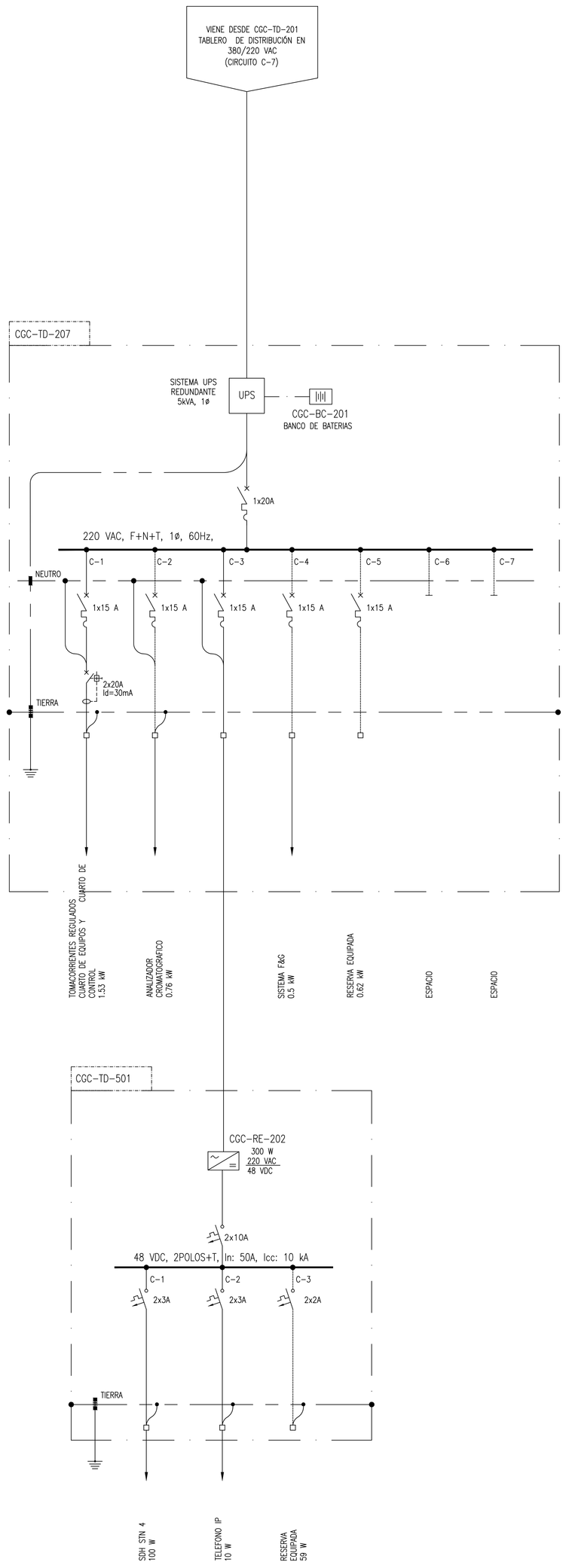
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIAS FISICAS Y FORMALES

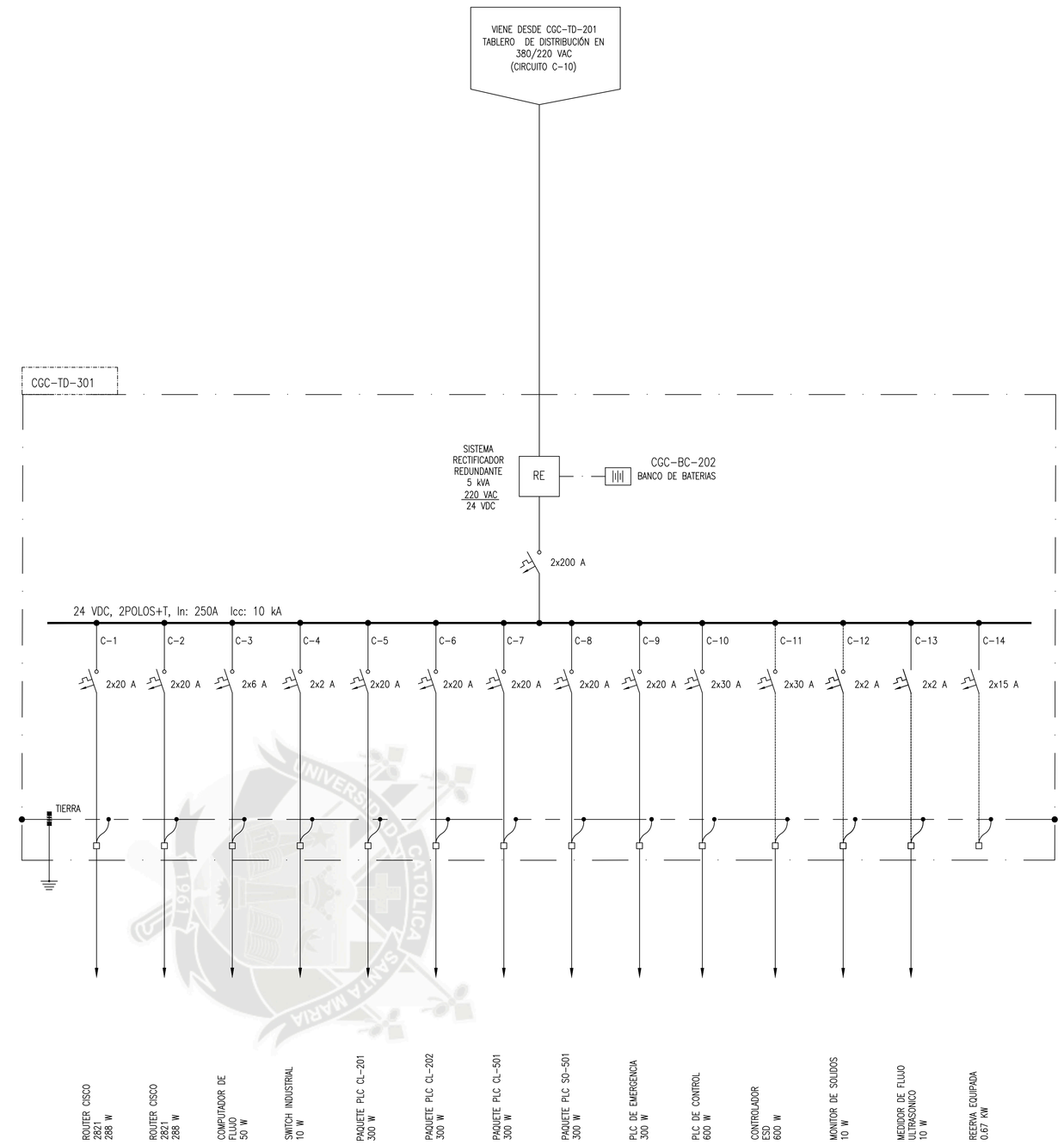
"DISEÑO DE UNA ESTACIÓN REDUCTORA DE PRESIÓN (CITY GATE) DE GAS NATURAL PROCEDENTE DE CAMISEA"

DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL
300-220 VAC
CITY GATE CAMISEA

PROYECTO	CGC			PLANCHA No. 01	DE 03
DISEÑÓ	J.F.C.P	APROBÓ		ESCALA: SIN ESCALA	FECHA : 26-04-14
REVISÓ	J.F.C.P	DIBUJÓ	J.F.C.P		
P&ID :	TODOS				

Cod.: DIAGRAMA UNIFILAR_1de3 — REV. A





PLANOS Y/O DOCUMENTOS DE REFERENCIA

No.	DESCRIPCIÓN
1	DIAGRAMA DE SIMBOLOGIA

NOTAS Y CONVENCIONES :

No.	DESCRIPCIÓN

NOTAS:

1. EL DIMENSIONAMIENTO DE LOS BANCOS DE BATERIA ESTARA A CARGO DE LOS PROVEEDORES DE LOS SISTEMAS UPS Y RECTIFICADOR

LEYENDA:

- INTERRUPTOR DC
- INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO
- INTERRUPTOR DIFERENCIAL
- RECTIFICADOR VAC/VDC
- UPS — SISTEMA UPS REDUNDANTE
- RE — SISTEMA RECTIFICADOR REDUNDANTE
- BANCO DE BATERIAS
- BORNERA DE CONEXIÓN
- CONEXIÓN DE PUESTA A TIERRA

No.	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE	FECHA	ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ
A	EMITIDOS PARA REVISION	J. CUADROS	26-04-2014	J. CUADROS		

REVISIONES

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIAS FISICAS Y FORMALES

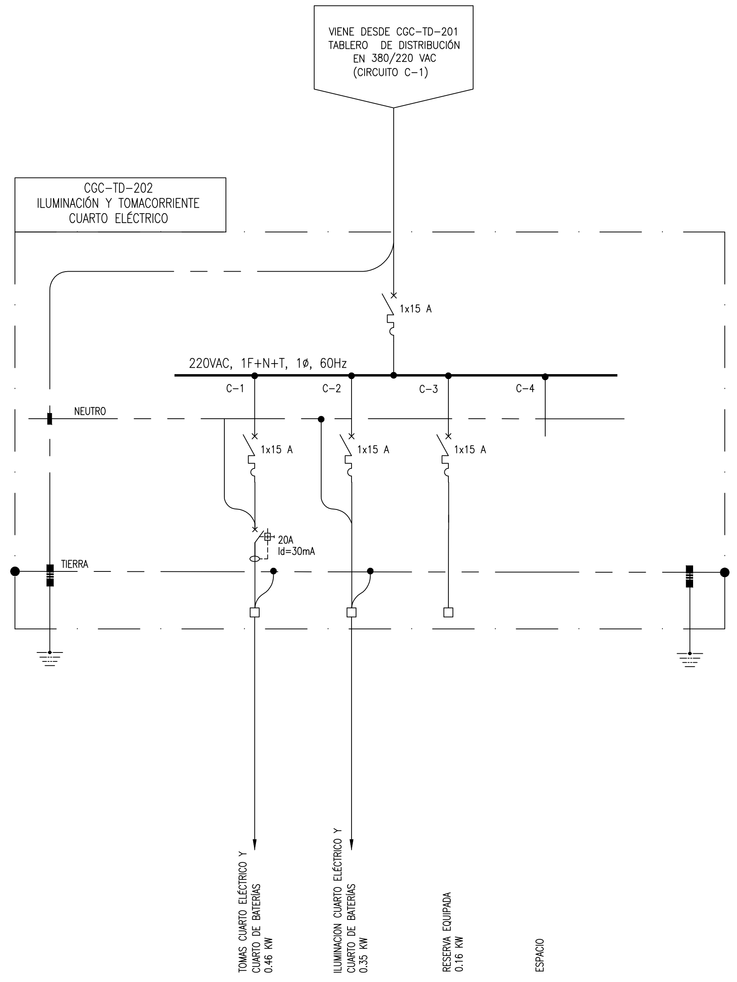
"DISEÑO DE UNA ESTACIÓN REDUCTORA DE PRESIÓN (CITY GATE) DE GAS NATURAL PROCEDENTE DE CAMISEA"

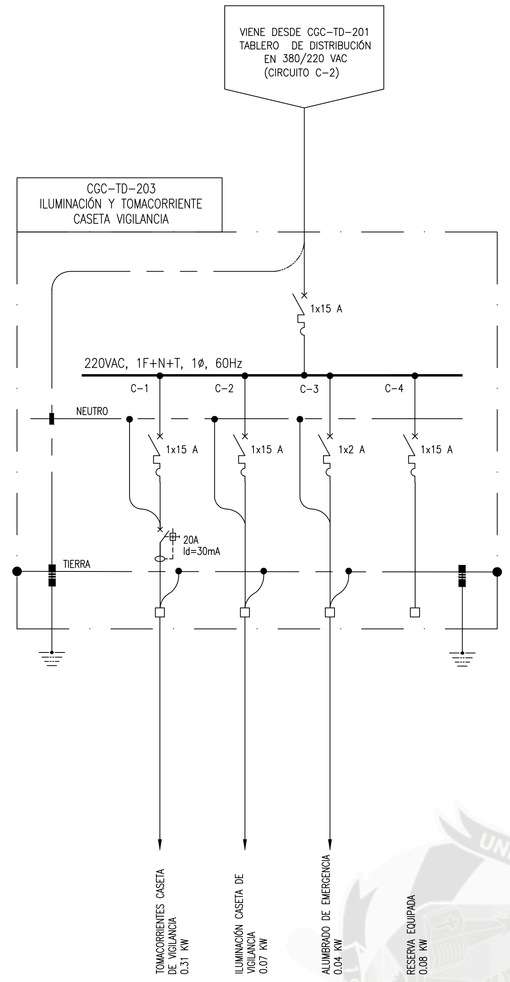
DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL
300-220 VAC
CITY GATE CAMISEA

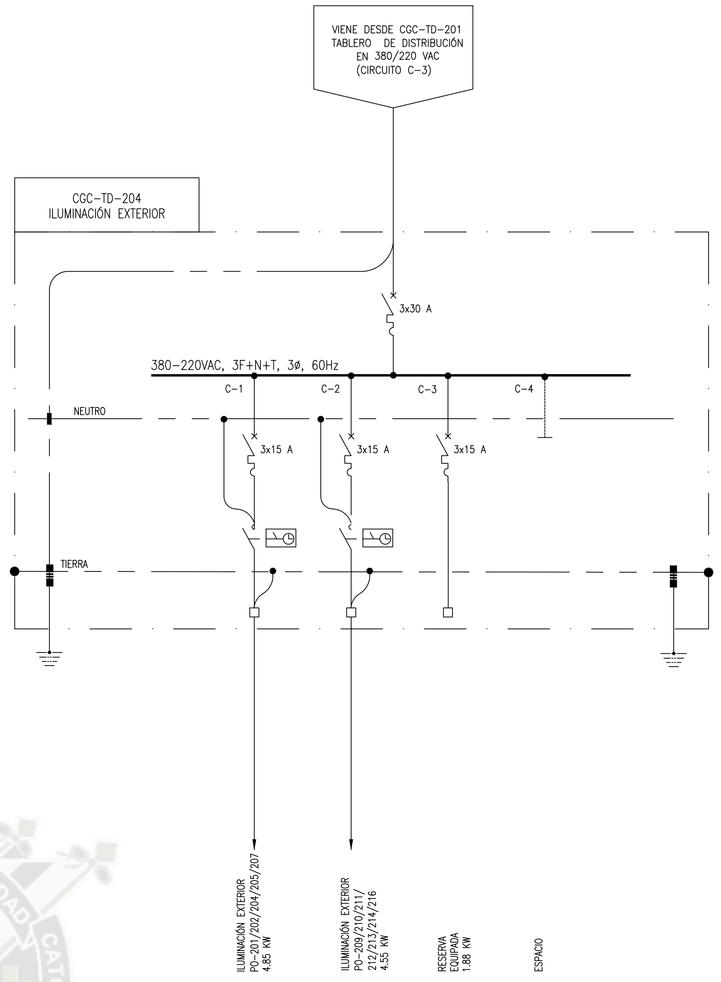
PROYECTO	CGC			PLANCHA No. 02	DE 03
DISEÑÓ	J.F.C.P	APROBÓ		ESCALA: SIN ESCALA	FECHA : 26-04-14
REVISÓ	J.F.C.P	DIBUJÓ	J.F.C.P		

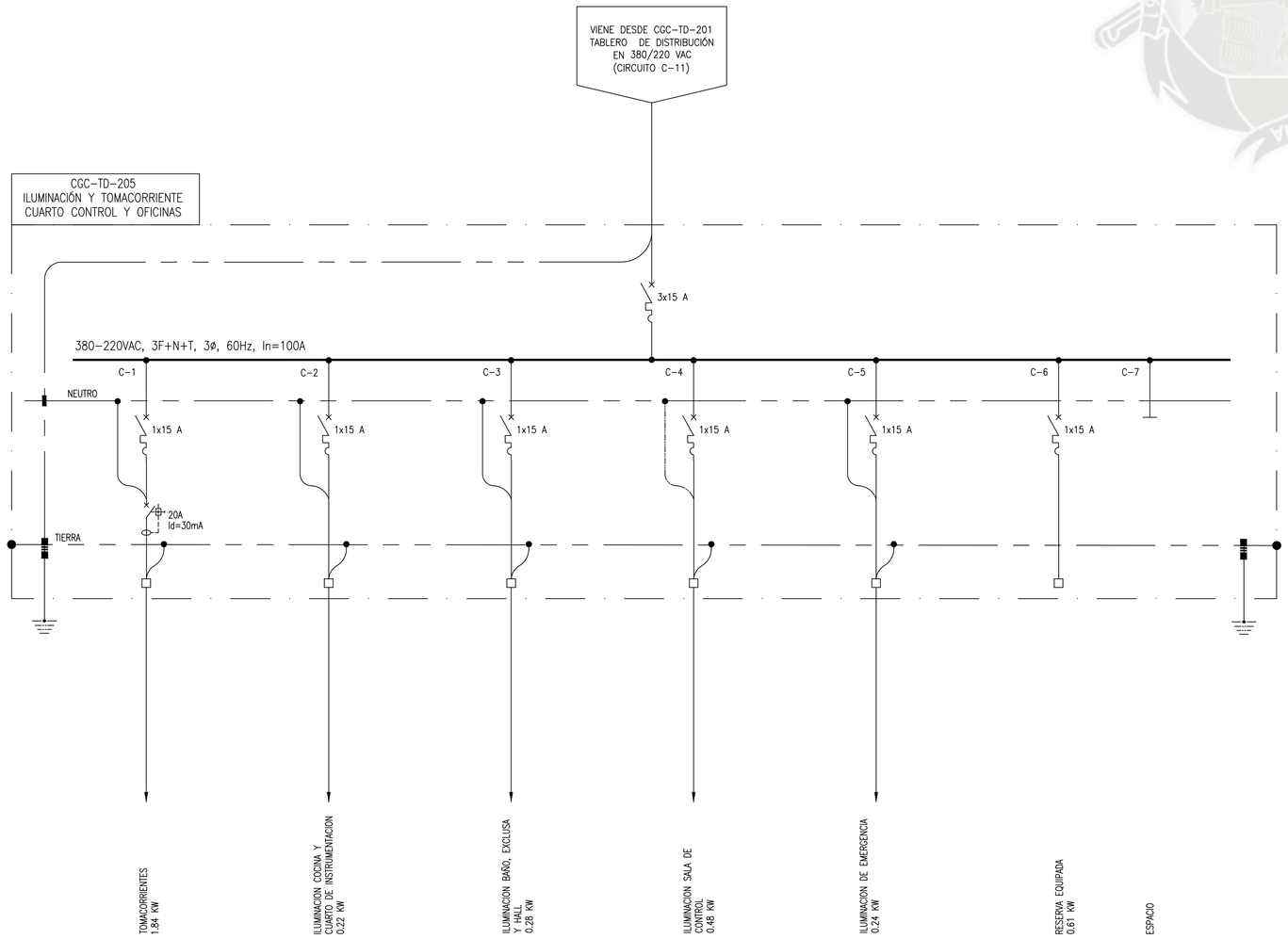
P&ID : TODOS

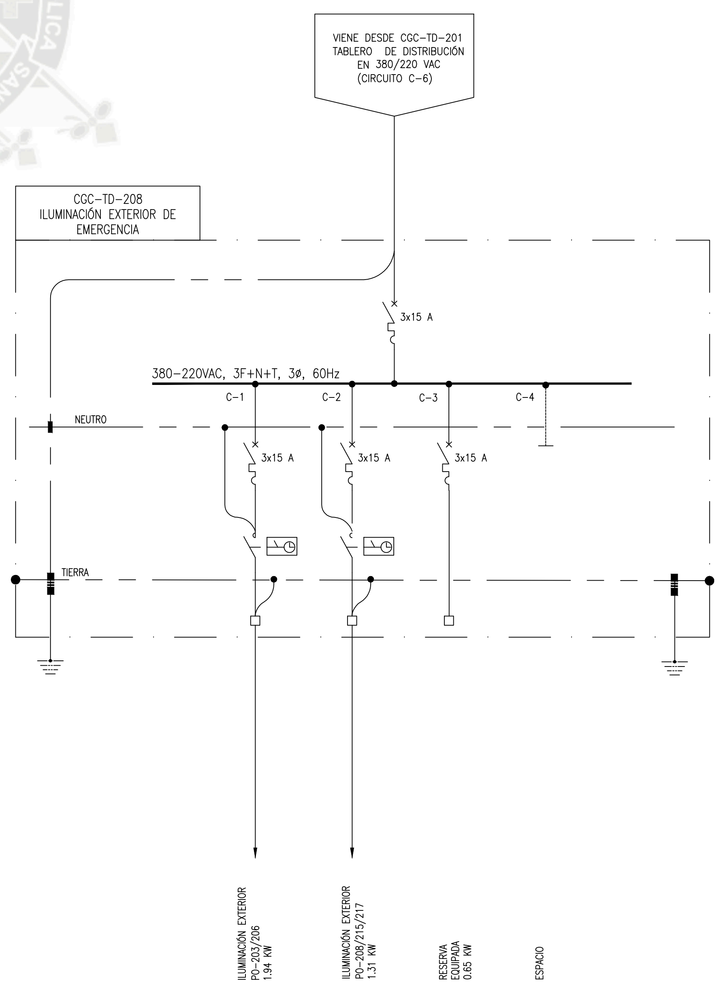
Cod.: DIAGRAMA UNIFILAR_2de3 — REV. A











PLANOS Y/O DOCUMENTOS DE REFERENCIA

No.	DESCRIPCIÓN
1	DIAGRAMA DE SIMBOLOGIA

NOTAS Y CONVENCIONES :

No.	DESCRIPCIÓN

NOTAS:

1. EL TRANSFORMADOR CGC-TF-101 DEBERA SER AISLADO EN ACEITE PARA INSTALACION A LA INTERPERIE, MONTAJE EN POSTE CON EQUIPOS DE SECCIONAMIENTO Y PROTECCION EN MEDIA TENSION.

LEYENDA

- INTERRUPTOR DIFERENCIAL
- INTERRUPTOR HORARIO Y CONTACTOR
- INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO
- BORNERAS DE CONEXIÓN
- CONEXIÓN DE PUESTA A TIERRA

No.	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE	FECHA	ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ
A	EMITIDOS PARA REVISION	J. CUADROS	26-04-2014	J. CUADROS		

REVISIONES

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIAS FISICAS Y FORMALES

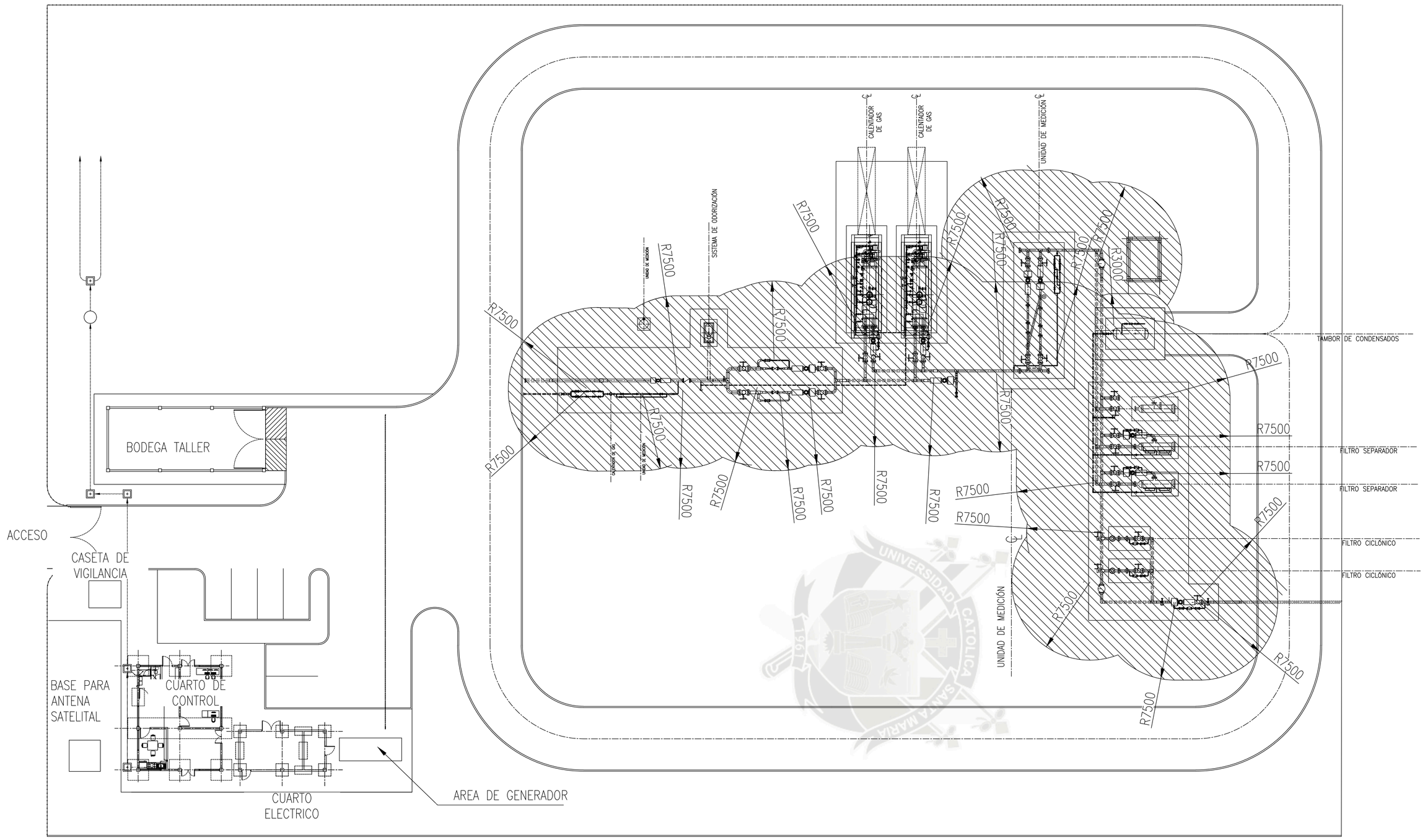
"DISEÑO DE UNA ESTACIÓN REDUCTORA DE PRESIÓN (CITY GATE) DE GAS NATURAL PROCEDENTE DE CAMISEA"

DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL
300-220 VAC
CITY GATE CAMISEA

PROYECTO	CGC			PLANCHA No. 03	DE 03
DISEÑÓ	J.F.C.P	APROBÓ		ESCALA: SIN ESCALA	FECHA : 26-04-14
REVISÓ	J.F.C.P	DIBUJÓ	J.F.C.P		

P&ID : TODOS

Cod.: DIAGRAMA UNIFILAR_3de3 REV. A



PLANOS Y/O DOCUMENTOS DE REFERENCIA

No.	DESCRIPCIÓN
1	DIAGRAMA UNIFILAR
2	PLOT PLANT CITY GATE

NOTAS Y CONVENCIONES :

No.	DESCRIPCIÓN

NOTAS:

1. TODAS LAS MEDIDAS ESTÁN DADAS EN MILÍMETROS A MENOS QUE SE INDIQUEN UNIDADES DIFERENTES.
2. ESTE PLANO SOLO ES VÁLIDO PARA CLASIFICACIÓN DE ÁREAS PELIGROSAS.
3. LA CLASIFICACIÓN DE ÁREAS SE DESARROLLO CON BASE EN LA NORMA API–RP500/NFPA–497 "RECOMMENDED PRACTICE FOR CLASSIFICATION OF LOCATION FOR ELECTRICAL INSTALLATIONS AT PETROLEUM FACILITIES CLASSIFIED AS CLASS I DIVISIÓN 1 AND DIVISIÓN 2".– SE USARÁ LA NORMA MÁS EXIGENTE PARA CADA CASO.
4. LOS EQUIPOS Y MATERIALES ELÉCTRICOS SE DEBEN ESPECIFICAR DE ACUERDO CON EL ARTICULO 500 DEL NEC Y DEBERÁN ESTAR APROBADOS PARA USO EN EL ÁREA CLASIFICADA INDICADA, DONDE CORRESPONDA.
5. DE ACUERDO CON LA NORMA TECNICA PERUANA NTP 399.010–1 DE 2004 "SEÑALES DE SEGURIDAD", ES NECESARIO INSTALAR LOS AVISOS Ó CARTELES PARA INDICAR INFORMACIÓN PARA PREVENCIÓN DE ACCIDENTES Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS, RIESGOS Ó PELIGROS, VER DETALLES 4 Y 5.
6. LA PRESENTE REVISIÓN 1 CORRESPONDE A ACTUALIZACIONES DE ÁREAS DEBIDO A REDIMENSIONAMIENTO DE EQUIPOS Y LOSA PARA SISTEMA DE PROTECCIÓN CATÓDICA"

LEYENDA

- DIVISIÓN 2
- DIVISIÓN 1
- NO CLASIFICADA

No.	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE	FECHA	ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ
A	EMITIDOS PARA REVISION	J. CUADROS	26–04–2014	J. CUADROS		

REVISIONES

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIAS FISICAS Y FORMALES

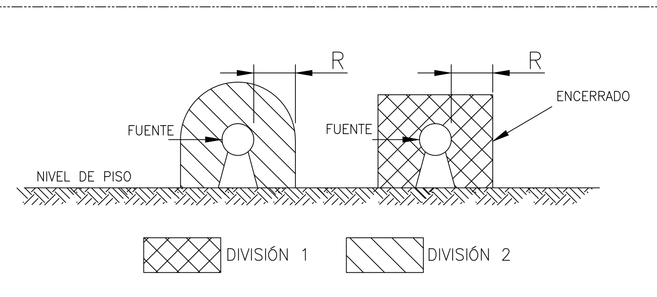
"DISEÑO DE UNA ESTACIÓN REDUCTORA DE PRESIÓN (CITY GATE) DE GAS NATURAL PROCEDENTE DE CAMISEA"

AREA CLASIFICADA
CITY GATE CAMISEA

PROYECTO	CGC			PLANCHA No. 01	DE 01
DISEÑÓ	J.F.C.P	APROBÓ		ESPEC : 1:250	FECHA : 26–04–14
REVISÓ	J.F.C.P	DIBUJÓ	J.F.C.P		

P&ID : TODOS

Cod.: AREA CLASIFICADA_1de1 — REV. A

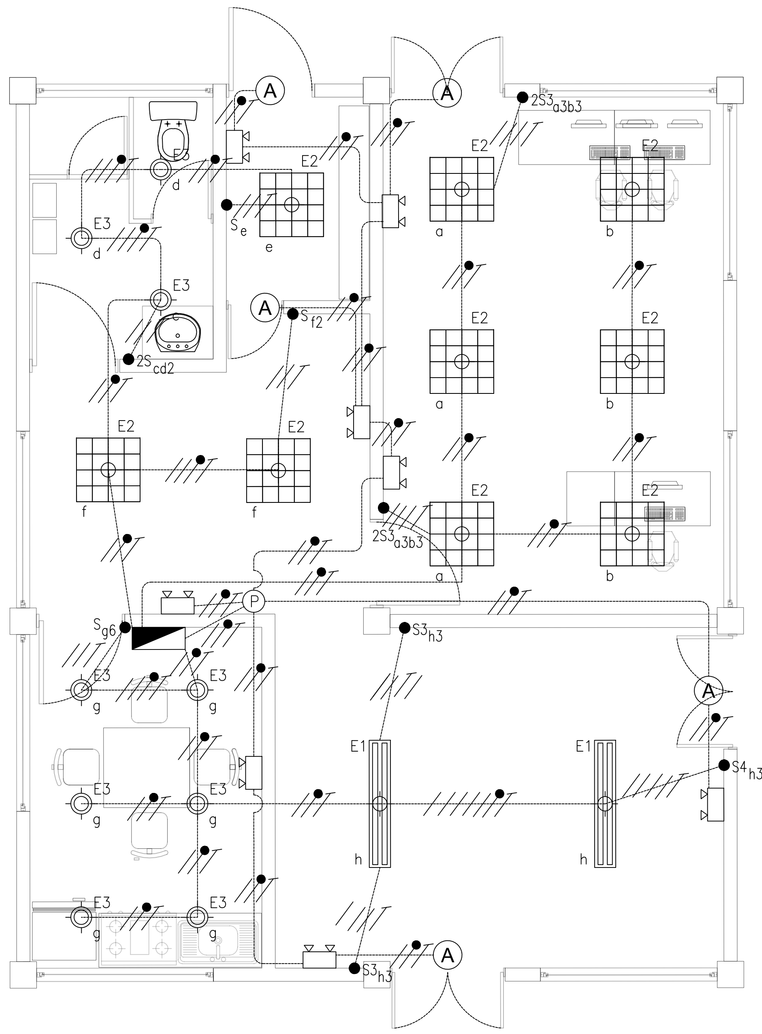


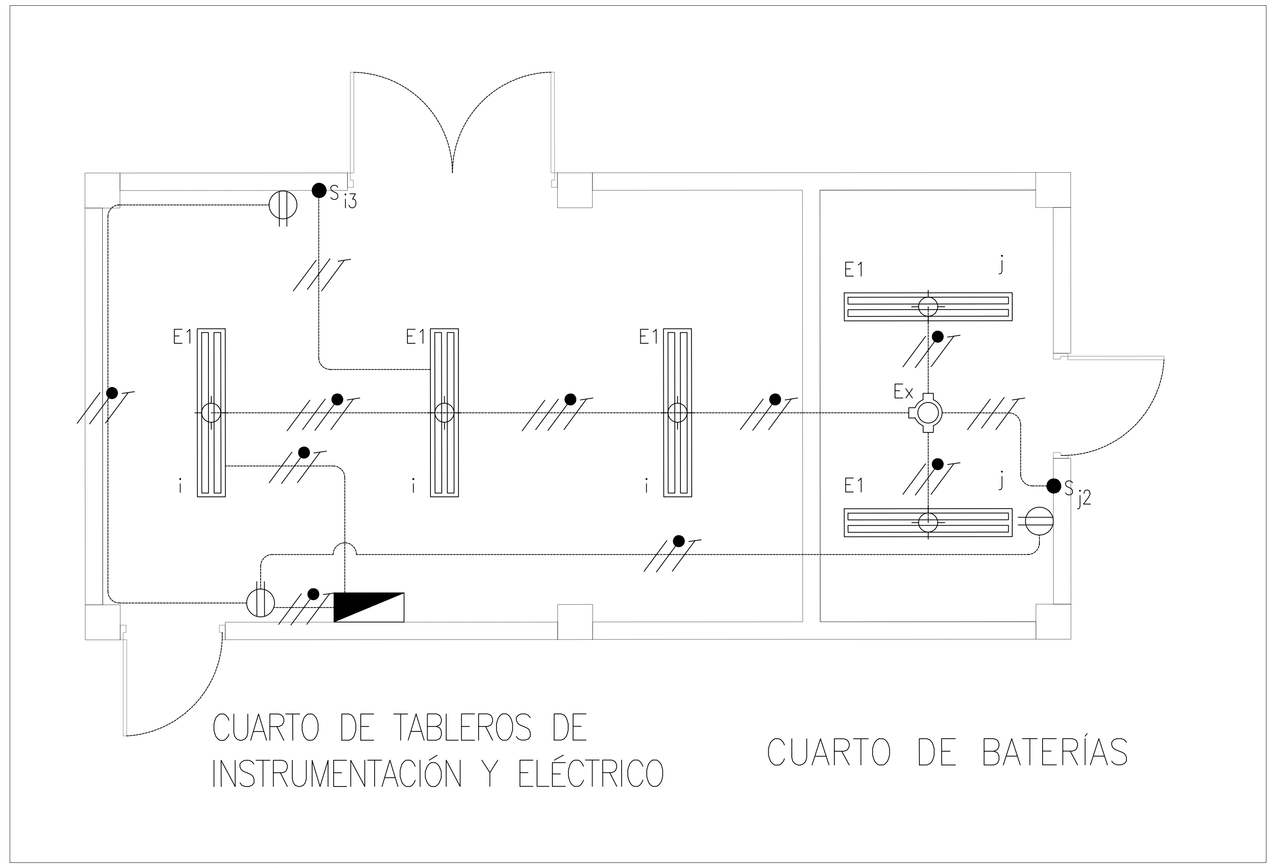
NIVEL	DISTANCIA EN METROS (PIES) R
1. GAS 1900 kPa (275 PSIG) O MENOS	3(10)
2. GAS POR ARRIBA DE 1900 kPa (275 PSIG)	7.5(25)

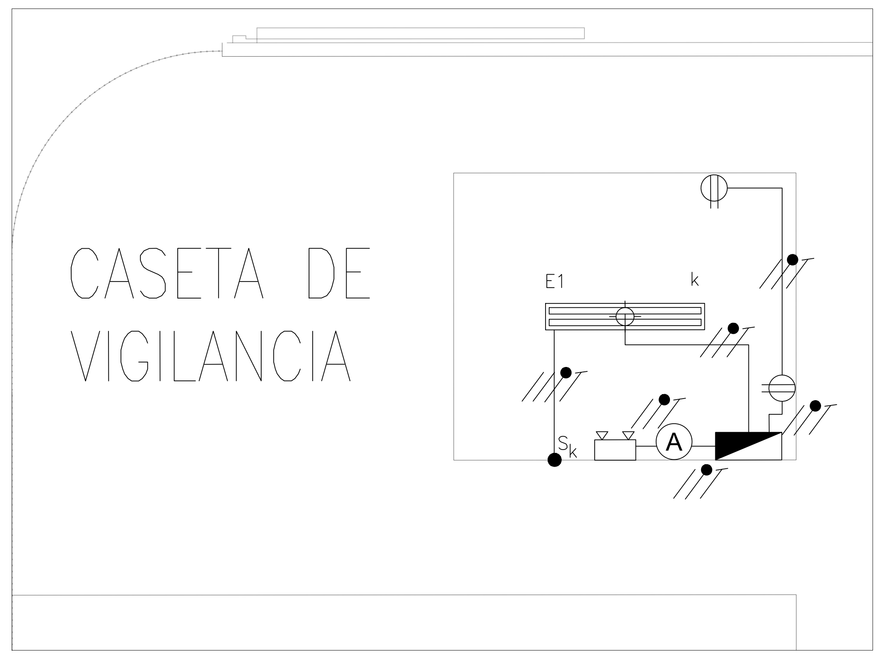
COMPRESORES U OTRAS FUENTES EXTERIORES MANEJANDO GASES INFLAMABLES MAS LIVIANOS QUE EL AIRE
(FIG. 104 API RP–500–1997)

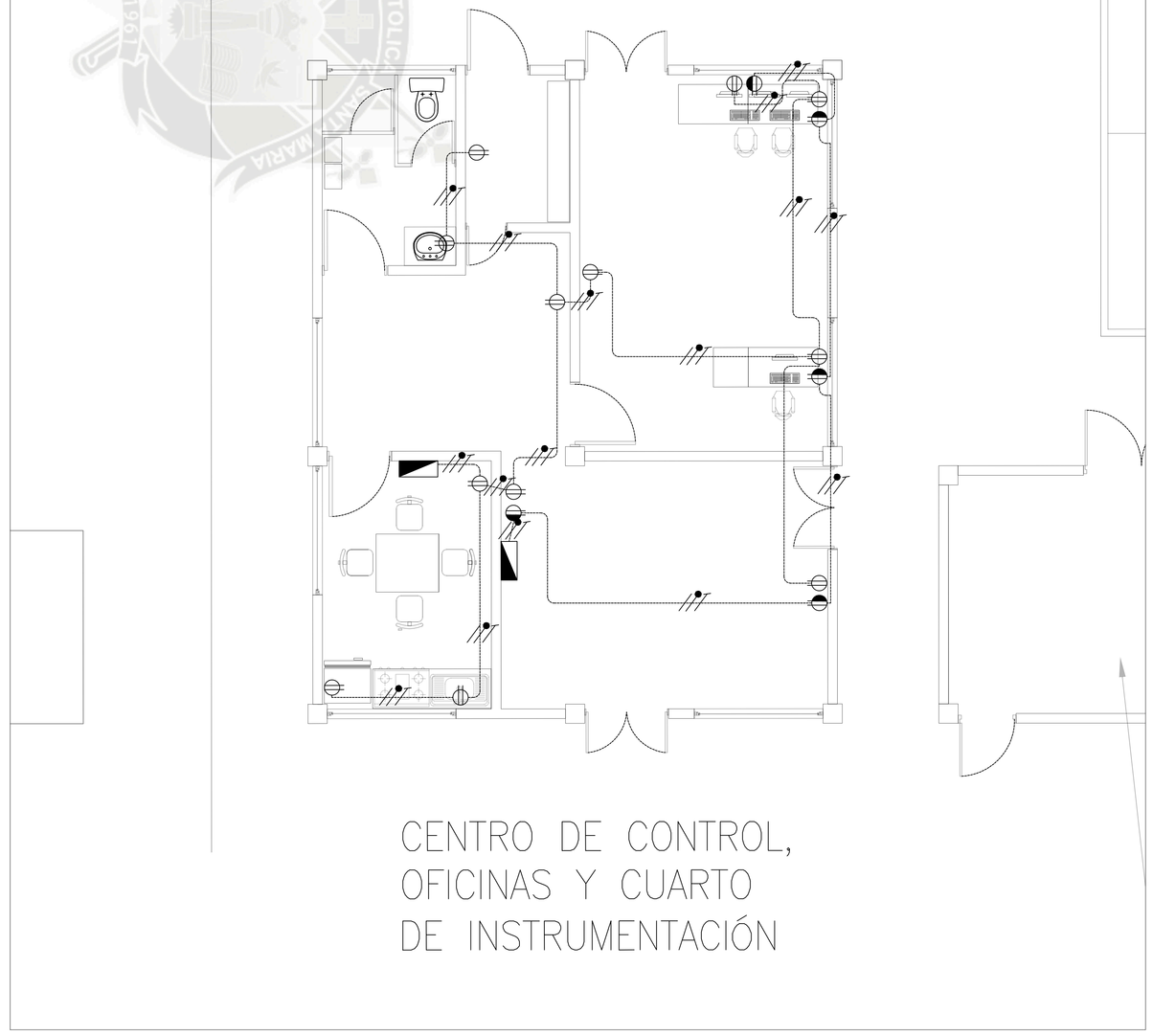
CARTEL CON SEÑALES DE SEGURIDAD

CARTEL CON SEÑAL DE SEGURIDAD









PLANOS Y/O DOCUMENTOS DE REFERENCIA

No.	DESCRIPCIÓN
1	DIAGRAMA UNIFILAR
2	PLOT PLANT CITY GATE

NOTAS Y CONVENCIONES :

No.	DESCRIPCIÓN

NOTAS:

1. LAS TOMAS NORMALES Y REGULADAS SE INSTALARÁN A UNA ALTURA DE 0.30 m DEL NIVEL DEL PISO TERMINADO, EXCEPTO DONDE SE INDIQUE OTRA ESPECIFICACIÓN.
2. LOS INTERRUPTORES DE CONTROL DE ALUMBRADO SE INSTALARÁN A UNA ALTURA DE 1.20 m DEL NIVEL DEL PISO TERMINADO, EXCEPTO DONDE SE INDIQUE OTRA ESPECIFICACIÓN.
3. LOS AVISOS DE SALIDA DE EMERGENCIA SE INSTALARÁN A 15 cm SOBRE EL MARCO SUPERIOR DE LAS SALIDAS DE EMERGENCIA, CON SUS RESPECTIVOS ACCESORIOS DE SUJECIÓN.
4. LA TUBERIA EMPLEADA EN LAS INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN INTERIOR DEL CUARTO DE EQUIPOS, CUARTO ELÉCTRICO Y ÁREA DE GRUPO ELECTRÓGENO SERÁN METÁLICAS TIPO IMC (INTERMEDIATE METAL CONDUIT) DE 3/4", POR SER INSTALACIONES EXPUESTAS.

LEYENDA:

- TABLERO ELÉCTRICO DE DISTRIBUCIÓN
- E1 — LUMINARIA HERMETICA FLUORESCENTE 2x36W, 220V, PARA INSTALACIÓN SUSPENDIDA.
- E2 — LUMINARIA CUADRADA CON 4 LAMPARAS FLUORESCENTE DE 20W, 220VAC, 60Hz, CON REJILLA PARABÓLICA E INSTALACIÓN EMPOTRADA EN FALSO CIELO RASO.
- E3 — LUMINARIA TIPO LED DE 13 W 220V, 60Hz, CON DIFUSOR PARA LUGARES HÚMEDOS, SIMILAR A MODELO LF6N 2/18 DTT F6LD3 DE LITHONIA LIGHTING.
- Ex — LUMINARIA PARA ADOSAR A TECHO CON LÁMPARAS FLUORESCENTES COMPACTAS DE 1X20W, 220V, 60Hz.
- A — AVISO SALIDA DE EMERGENCIA, AUTONOMÍA 1 HORA, AUTOMÁTICA, CON TUBO FLUORESCENTE 2x8 W, ALIMENTACIÓN A 220 V, 60 Hz.
- LUMINARIA DE EMERGENCIA CON LÁMPARA DE KRYPTON DE 20W, ALIMENTACIÓN A 220 V, 60 Hz, 1 HORA DE AUTONOMÍA PARA SER ADOSADA EN PARED.
- CONDUCTOR DE FASE.
- CONDUCTOR DE NEUTRO.
- CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA CON AISLAMIENTO COLOR VERDE.
- A — CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA CON AISLAMIENTO COLOR VERDE–AMARRILLO.
- TOMA DOBLE MONOFÁSICA REGULADA 220 V, 15 A.
- TOMA DOBLE MONOFÁSICA NORMAL 220 V, 15 A.
- S — INTERRUPTOR SIMPLE 220 V, PARA CONTROL DE ILUMINACIÓN.
- 2S — INTERRUPTOR DOBLE 220 V, PARA CONTROL DE ILUMINACIÓN
- S3 — INTERRUPTOR EN CONMUTACIÓN 220 V, PARA CONTROL DE ILUMINACIÓN
- TUBERIA PVC–SAP DE 3/4", EMPOTRADO EN PISO.
- TUBERIA DE PVC–SAP DE 3/4" ø, ADOSADA EN TECHO O MURO, AL INTERIOR DE FALSO CIELO RASO
- TUBERIA PVC–SAP DE 3/4"ø, EMPOTRADA EN TECHO O MURO.
- P — CAJA DE PASO 100x100x55mm, F'G', ADOSADA A TECHO
- Ex — CAJA DE PASO CIRCULAR GUAT, APTA PARA ÁREA CLASIFICADA, CLASE I DIVISIÓN 2, ROSCAS NPT, 3/4" ø

No.	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE	FECHA	ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ
A	EMITIDOS PARA REVISION	J. CUADROS	26–04–2014	J. CUADROS		

REVISIONES

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIAS FISICAS Y FORMALES

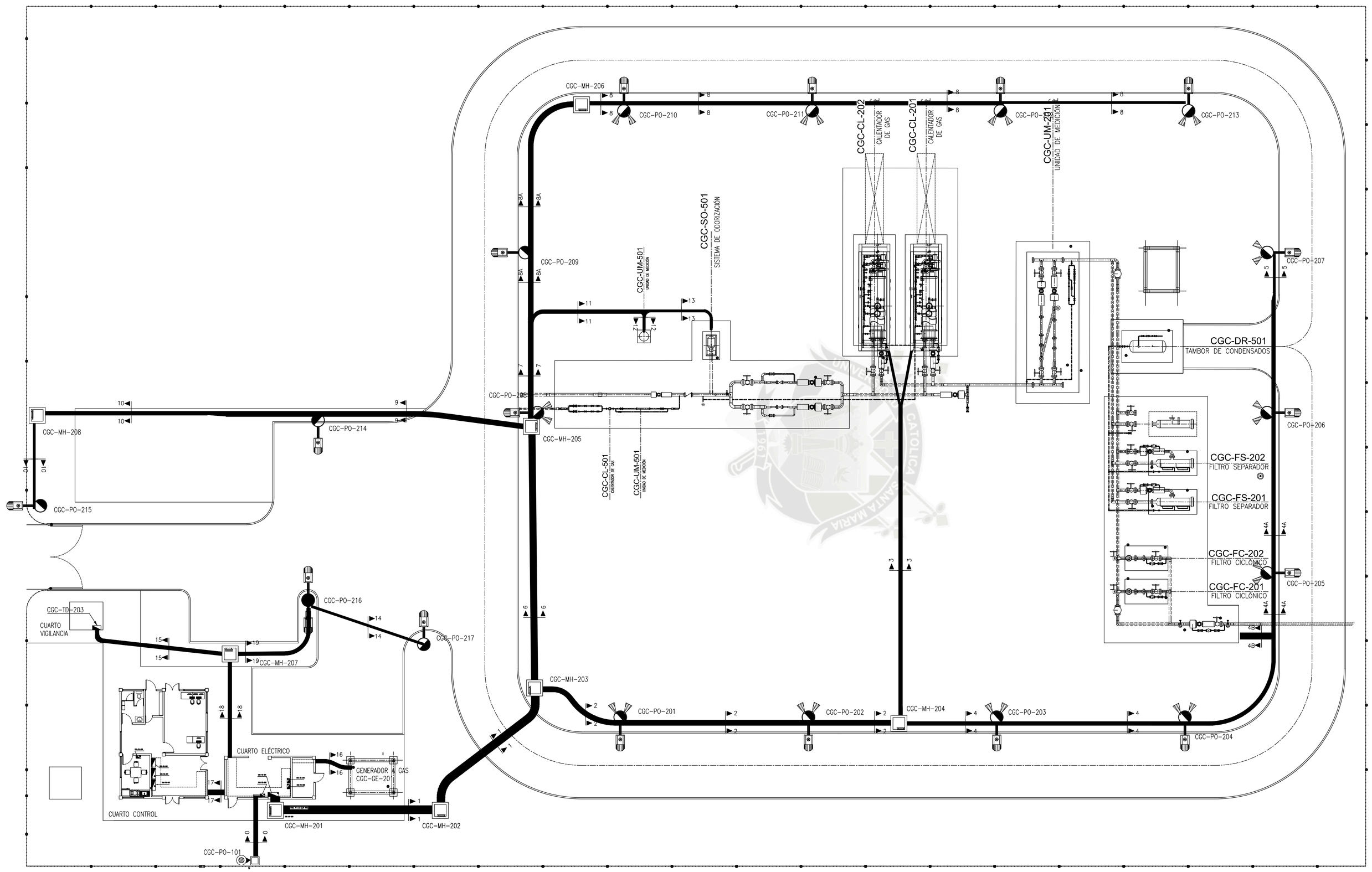
"DISEÑO DE UNA ESTACIÓN REDUCTORA DE PRESIÓN (CITY GATE) DE GAS NATURAL PROCEDENTE DE CAMISEA"

ALAMBRADO INTERNO
CITY GATE CAMISEA

PROYECTO	CGC			PLANCHA No. 01	DE 01
DISEÑÓ	J.F.C.P	APROBÓ		ESCALA: 1:75	FECHA : 26–04–14
REVISÓ	J.F.C.P	DIBUJÓ	J.F.C.P		

P&ID : TODOS

Cod.: ALAMBRADO INTERNO_1de1 — REV. A



PLANOS Y/O DOCUMENTOS DE REFERENCIA

No.	DESCRIPCIÓN
1	DIAGRAMA UNIFILAR
2	PLOT PLANT CITY GATE
3	BANCODUCTOS_2de2

NOTAS Y CONVENCIONES :

No.	DESCRIPCIÓN

NOTAS:

1. TODOS LOS BANCOS DE DUCTOS SUBTERRÁNEOS DEBERÁN LLEVAR UN CABLE DE COBRE DESNUDO mm2 (2/0 AWG) TENDIDO A 50 mm DE DISTANCIA DE LA PARTE SUPERIOR. SU RECORRIDO.
2. EN LAS TUBERIAS DE SALIDA A EQUIPOS UBICADOS EN AREAS CLASIFICADAS Y/O SALAS ELECTRICAS, SE INSTALARAN SELLOS CORTAFUEGOS CIRCULARES DEL TIPO ROXTEC APTOS PARA CLASE I, DIV. II O SIMILAR
3. SE VERIFICARÁ EN CAMPO LAS POSIBLES INTERFERENCIAS ENTRE LOS BANCOS DE DUCTOS ELÉCTRICOS Y DE INSTRUMENTACIÓN. EN TODO CASO, SE DEBERÁ GARANTIZAR UNA SEPARACIÓN DE 30 cm. ENTRE LOS DUCTOS ELÉCTRICOS Y DUCTOS DE OTRAS FACILIDADES, ESPECIALMENTE INSTRUMENTACIÓN. DE SER NECESARIO SE CAMBIARÁ LA PROFUNDIDAD DE LOS BANCOS DE DUCTOS EN LOS LUGARES DONDE SE CRUCEN BANCOS ELÉCTRICOS CON BANCOS DE INSTRUMENTACIÓN Y GASODUCTO.
1. LOS BANCOS DE DUCTOS SERÁN CONSTRUIDOS CON TUBERÍA TIPO PVC.
4. LOS BUZONES INDICADOS SERAN INSTALADOS A NIVEL DE VEREDA Y CONTARAN CON TAPAS DE CONCRETO.

LEYENDA:

- BANCO DE DUCTOS ELÉCTRICOS PROYECTADOS
- MANHOLE ELÉCTRICO COPI-MH-XXX
- POSTE DE ILUMINACION EN ÁREA CLASIFICADA.
- CGC-PO-XXX POSTE DE ALUMBRADO
- CGC-TD-XXX TABLERO DE DISTRIBUCIÓN
- TABLERO DE DISTRIBUCIÓN
- XX CORTES DE BANCOS ELÉCTRICOS

No.	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE	FECHA	ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ
A	EMITIDOS PARA REVISION	J. CUADROS	26-04-2014	J. CUADROS		

REVISIONES

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIAS FISICAS Y FORMALES

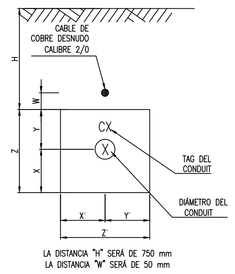
"DISEÑO DE UNA ESTACIÓN REDUCTORA DE PRESIÓN (CITY GATE) DE GAS NATURAL PROCEDENTE DE CAMISEA"

BANCODUCTOS
CITY GATE CAMISEA

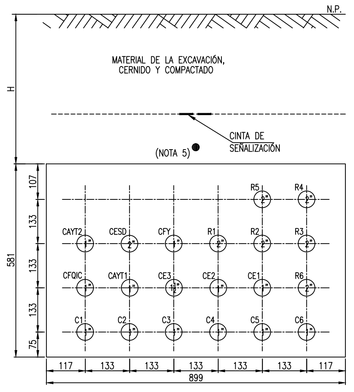
PROYECTO	CGC			PLANCHA No. 01	DE 02
DISEÑÓ	J.F.C.P	APROBÓ		ESCALA: 1:250	FECHA : 26-04-14
REVISÓ	J.F.C.P	DIBUJÓ	J.F.C.P		

P&ID : TODOS

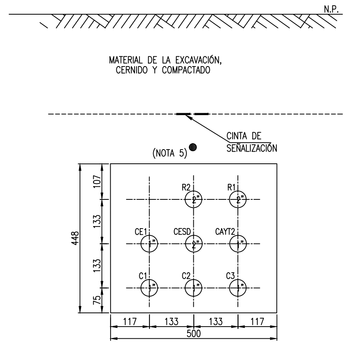
Cod.: BANCODUCTOS_1de2 REV. A



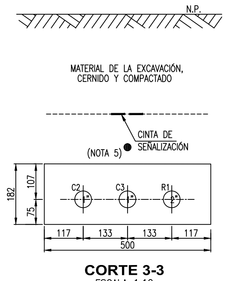
TÍPICO
SIN ESCALA



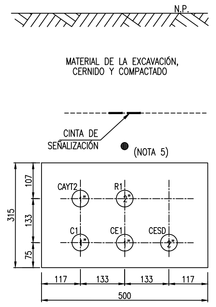
CORTE 1-1
ESCALA 1:10



CORTE 2-2
ESCALA 1:10

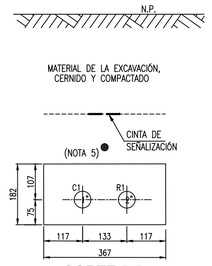


CORTE 3-3
ESCALA 1:10

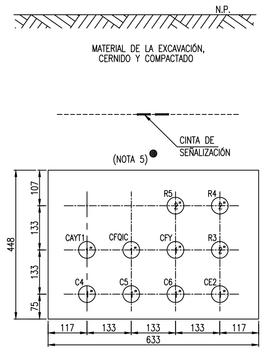


CORTE 4-4
ESCALA 1:10

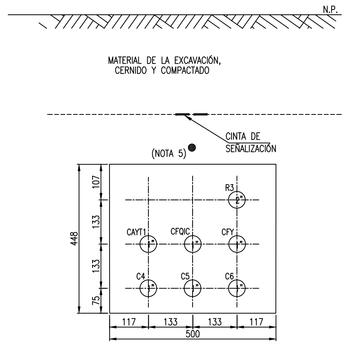
CORTE 4A-4A
ESCALA 1:10



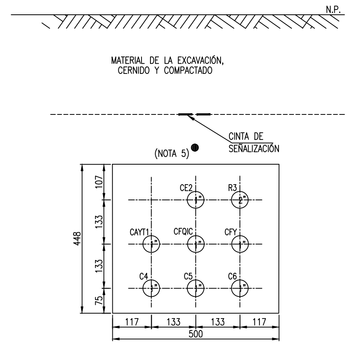
CORTE 5-5
ESCALA 1:10



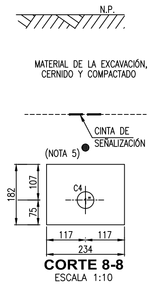
CORTE 6-6
ESCALA 1:10



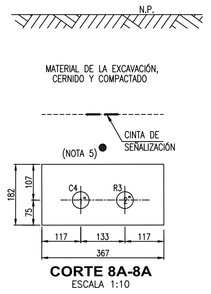
CORTE 7-7
ESCALA 1:10



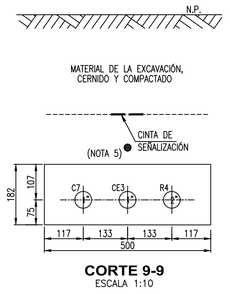
CORTE 7A-7A
ESCALA 1:10



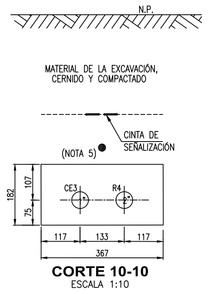
CORTE 8-8
ESCALA 1:10



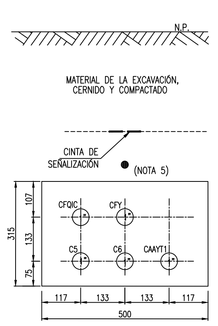
CORTE 8A-8A
ESCALA 1:10



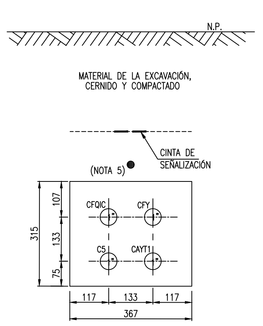
CORTE 9-9
ESCALA 1:10



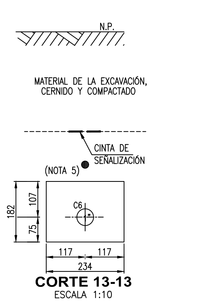
CORTE 10-10
ESCALA 1:10



CORTE 11-11
ESCALA 1:10

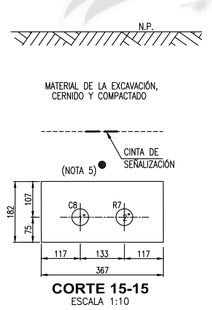


CORTE 12-12
ESCALA 1:10

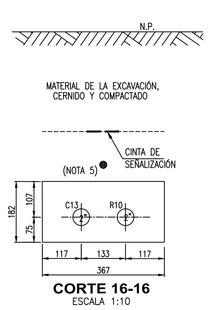


CORTE 13-13
ESCALA 1:10

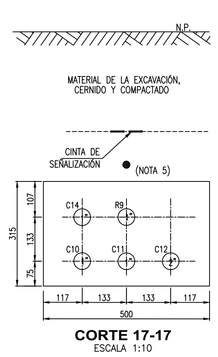
CORTE 14-14
ESCALA 1:10



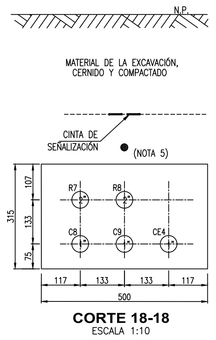
CORTE 15-15
ESCALA 1:10



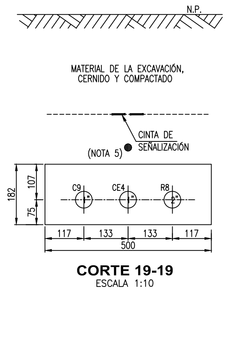
CORTE 16-16
ESCALA 1:10



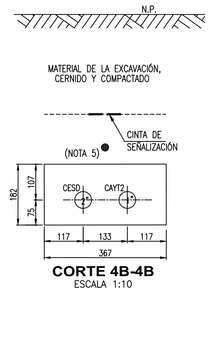
CORTE 17-17
ESCALA 1:10



CORTE 18-18
ESCALA 1:10



CORTE 19-19
ESCALA 1:10



CORTE 4B-4B
ESCALA 1:10

PLANOS Y/O DOCUMENTOS DE REFERENCIA

No.	DESCRIPCIÓN
1	DIAGRAMA UNIFILAR
2	PLOT PLANT CITY GATE
3	BANCODUCTOS_1de2

NOTAS Y CONVENCIONES :

No.	DESCRIPCIÓN

NOTAS:

1. EN LAS TUBERIAS DE SALIDA A EQUIPOS UBICADOS EN AREAS CLASIFICADAS Y/O SALAS ELECTRICAS, SE INSTALARAN SELLOS CORTAFUEGOS CIRCULARES DEL TIPO ROXTEC APTOS PARA CLASE I, DIV. II O SIMILAR
2. TODOS LOS BANCOS DE DUCTOS SUBTERRÁNEOS DEBERÁN LLEVAR UN CABLE DE COBRE DESNUDO mm2 (2/0 AWG) TENDIDO A 50 mm DE DISTANCIA DE LA PARTE SUPERIOR. SU RECORRIDO.
3. SE VERIFICARÁ EN CAMPO LAS POSIBLES INTERFERENCIAS ENTRE LOS BANCOS DE DUCTOS ELÉCTRICOS Y DE INSTRUMENTACIÓN. EN TODO CASO, SE DEBERÁ GARANTIZAR UNA SEPARACIÓN DE 30 cm. ENTRE LOS DUCTOS ELÉCTRICOS Y DUCTOS DE OTRAS FACILIDADES, ESPECIALMENTE INSTRUMENTACIÓN. DE SER NECESARIO SE CAMBIARÁ LA PROFUNDIDAD DE LOS BANCOS DE DUCTOS EN LOS LUGARES DONDE SE CRUCEN BANCOS ELÉCTRICOS CON BANCOS DE INSTRUMENTACIÓN Y GASODUCTO.
1. LOS BANCOS DE DUCTOS SERÁN CONSTRUIDOS CON TUBERÍA TIPO PVC.
4. LOS BUZONES INDICADOS SERAN INSTALADOS A NIVEL DE VEREDA Y CONTARAN CON TAPAS DE CONCRETO.

LEYENDA:

- BANCO DE DUCTOS ELÉCTRICOS PROYECTADOS
- MANHOLE ELÉCTRICO COPI-MH-XXX
- POSTE DE ILUMINACION EN ÁREA CLASIFICADA.
- CGC-PO-XXX POSTE DE ALUMBRADO
- CGC-TD-XXX TABLERO DE DISTRIBUCIÓN
- TABLERO DE DISTRIBUCIÓN
- XX CORTES DE BANCOS ELÉCTRICOS

No.	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE	FECHA	ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ
A	EMITIDOS PARA REVISION	J. CUADROS	26-04-2014	J. CUADROS		

REVISIONES

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIAS FISICAS Y FORMALES

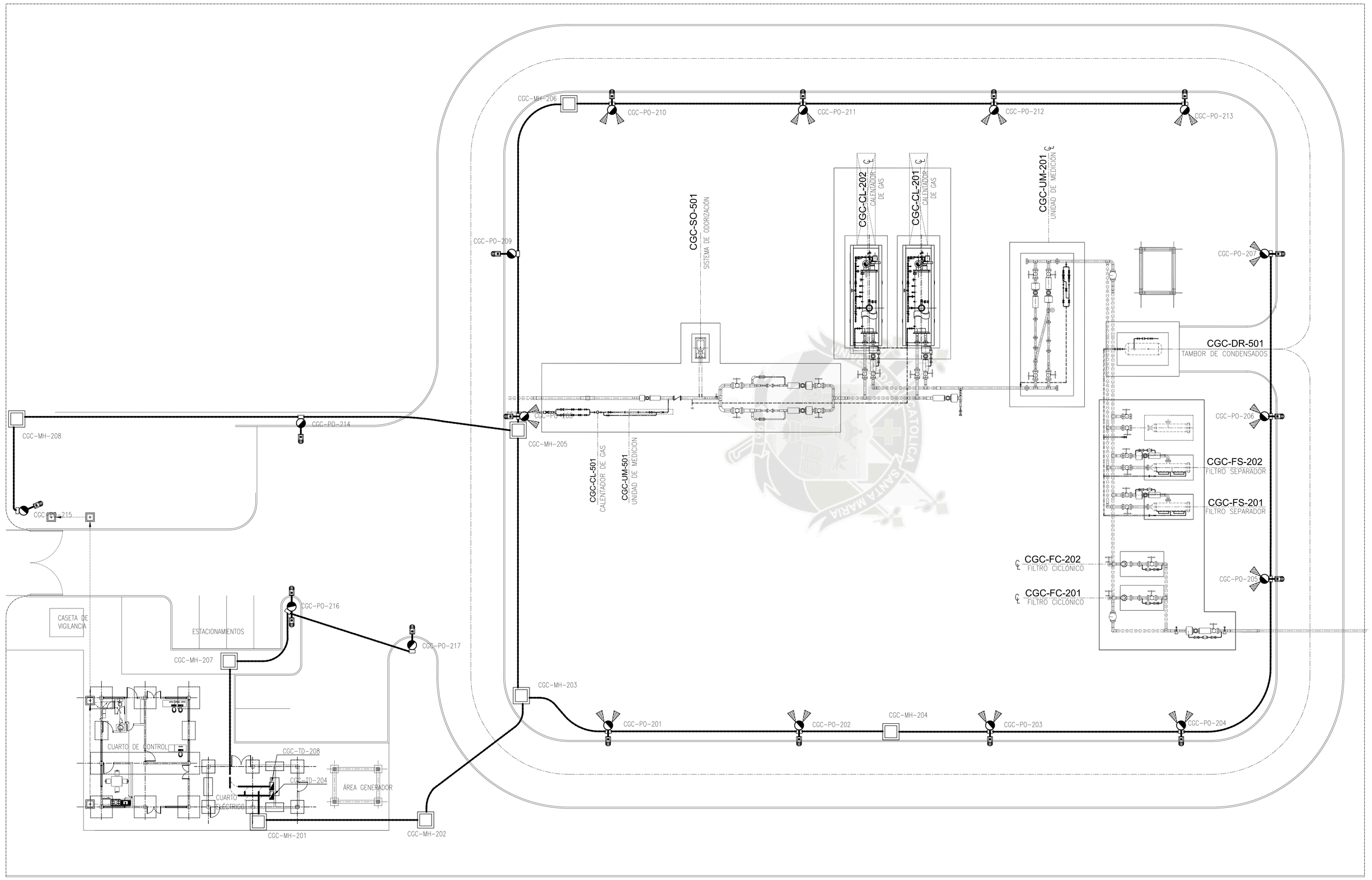
"DISEÑO DE UNA ESTACIÓN REDUCTORA DE PRESIÓN (CITY GATE) DE GAS NATURAL PROCEDENTE DE CAMISEA"

BANCODUCTOS
CITY GATE CAMISEA

PROYECTO	CGC			PLANCHA No. 02	DE 02
DISEÑÓ	J.F.C.P	APROBÓ		ESCALA: INDICADA	FECHA : 26-04-14
REVISÓ	J.F.C.P	DIBUJÓ	J.F.C.P		

P&ID : TODOS

Cod.: BANCODUCTOS_2de2 | REV. A



PLANOS Y/O DOCUMENTOS DE REFERENCIA

No.	DESCRIPCIÓN
1	DIAGRAMA UNIFILAR
2	PLOT PLANT CITY GATE

NOTAS Y CONVENCIONES :

No.	DESCRIPCIÓN

NOTAS:

1. LAS RUTAS INDICADAS EN ESTE PLANO SON REPRESENTATIVAS, NO ACOTADAS Y CONSIDERAN POSIBLES INTERFERENCIAS, A SER VERIFICADAS EN OBRA.

2. LAS CAJAS DE PIE DE POSTE LOCALIZADAS EN ÁREA NO CLASIFICADA, TENDRÁN CERRAMIENTO NEMA 4 PARA MONTAJE EXTERIOR A PRUEBA DE AGUA Y POLVO; Y LAS CAJAS DE PIE DE POSTE LOCALIZADAS DENTRO DE ÁREA CLASIFICADA, TENDRÁN CERRAMIENTO NEMA 4 PARA MONTAJE EXTERIOR A PRUEBA DE EXPLOSIÓN APTA PARA ÁREA CLASIFICADA CLASE I, DIVISIÓN 2.

3. LAS DERIVACIONES DE CIRCUITO DE ILUMINACIÓN EXTERIOR QUE SE REQUIERAN, SE HARÁN DENTRO DE LOS MANHOLES MEDIANTE CAJAS DE DERIVACIÓN CON BORNERAS, QUE SERÁN ADOSADOS A LAS PAREDES INTERIORES DE LOS MISMOS.

LEYENDA:

- TABLERO DE DISTRIBUCIÓN
- POSTE DE CONCRETO DE 13m, 300 kg, BAJA TENSIÓN CON CAJA DE PIE DE POSTE PARA SOPORTE DE LUMINARIAS, UBICADO EN ÁREA NO CLASIFICADA
- LUMINARIA CON LAMPARA VAPOR DE SODIO, DE ALTA PRESIÓN 160W, 220 V, ALTURA DE MONTAJE 13 m
- PROYECTOR DE ALTA DISTRIBUCIÓN CON BOMBILLA METAL HALIDE 400W, 220V, ALTURA DE MONTAJE 11.5 m
- MANHOLE ELÉCTRICO, CGC-MH-XXX
- DUCTERÍA SUBTERRÁNEA
- CGC-PO-XXX POSTE DE ILUMINACIÓN EXTERIOR No. XXX
- CGC-TD-XXX TABLERO DE DISTRIBUCIÓN No. XXX

No.	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE	FECHA	ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ
A	EMITIDOS PARA REVISION	J. CUADROS	26-04-2014	J. CUADROS		

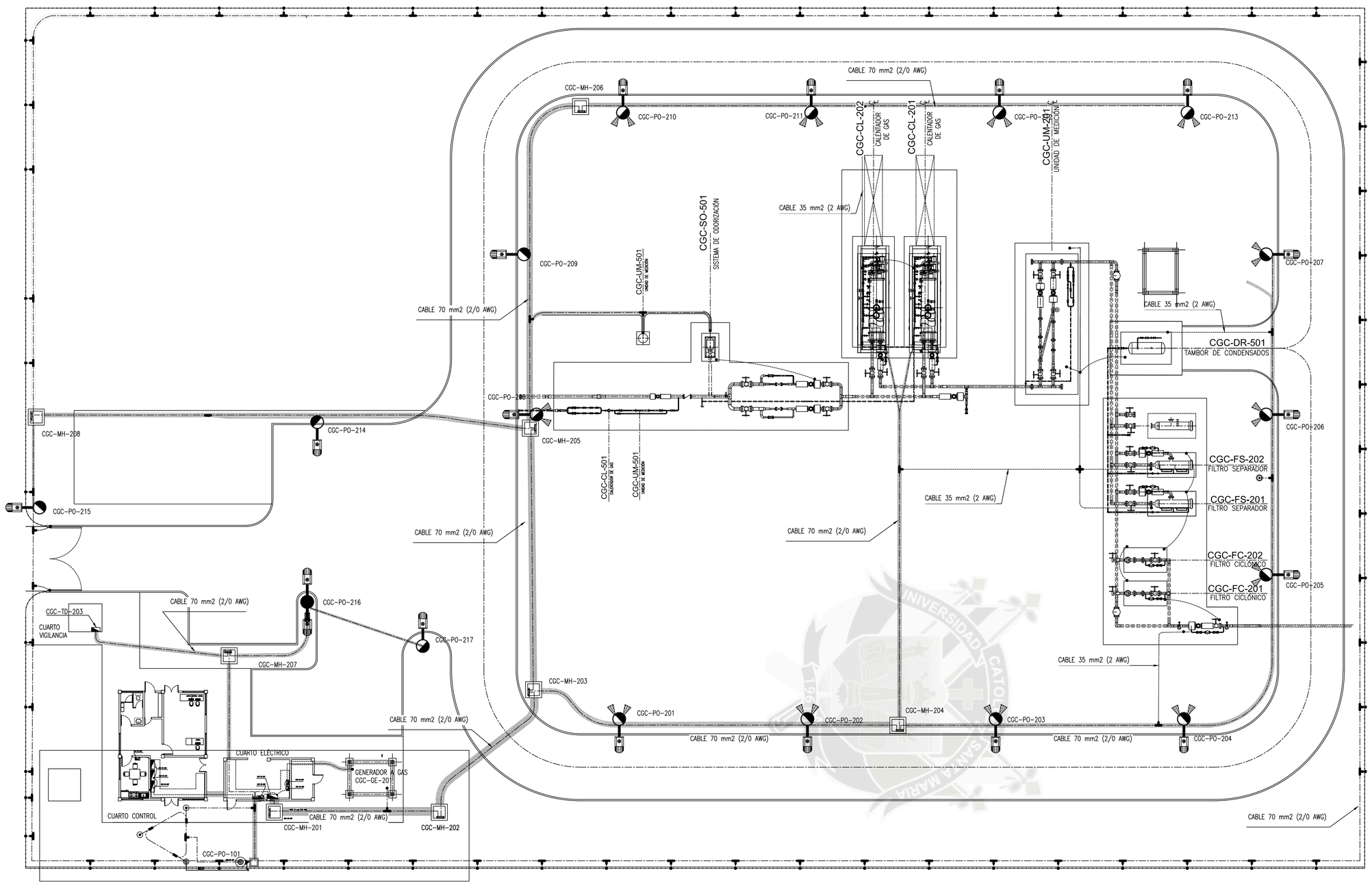
REVISIONES

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIAS FISICAS Y FORMALES

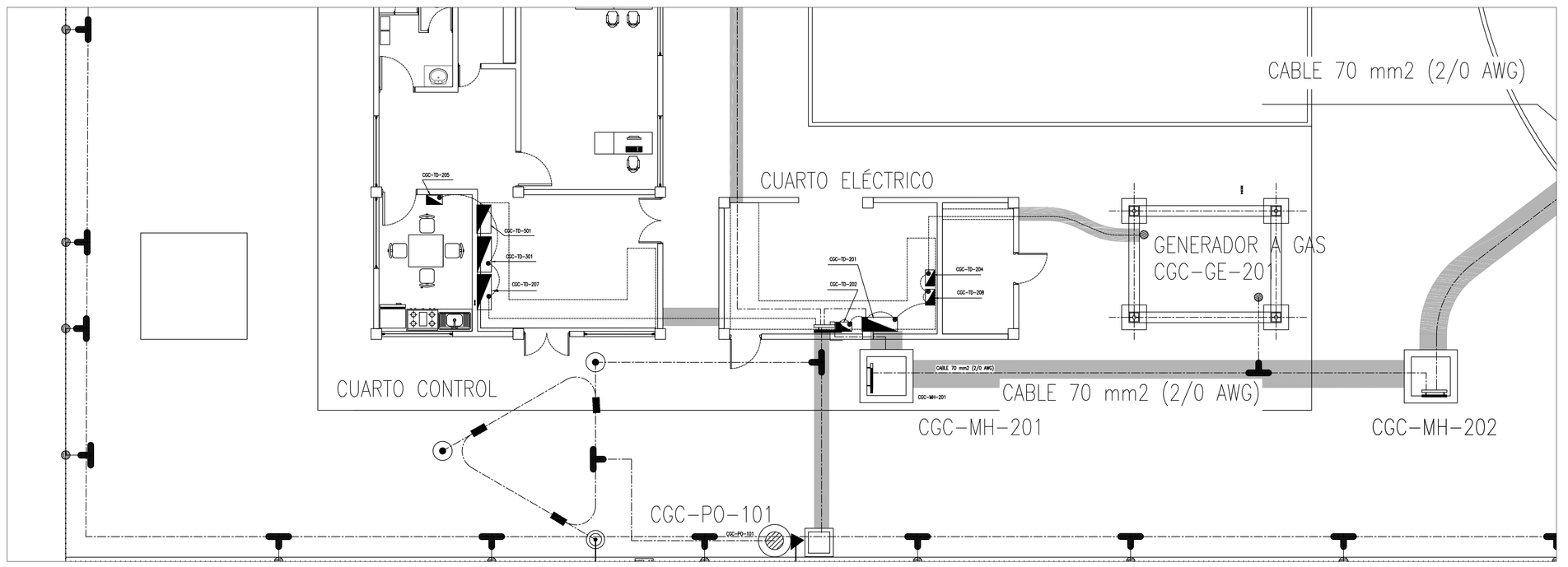
"DISEÑO DE UNA ESTACIÓN REDUCTORA DE PRESIÓN (CITY GATE) DE GAS NATURAL PROCEDENTE DE CAMISEA"

PLANIMETRIA ALUMBRADO EXTERIOR
CITY GATE CAMISEA

PROYECTO	CGC			PLANCHA No. 01	DE 01
DISEÑÓ	J.F.C.P	APROBÓ		ESCALA: 1:250	FECHA : 26-04-14
REVISÓ	J.F.C.P	DIBUJÓ	J.F.C.P		
P&ID :	TODOS				
Cod.:	PLANIMETRIA ALUMBRADO EXTERIOR				REV. A



DETALLE 1



PLANOS Y/O DOCUMENTOS DE REFERENCIA

No.	DESCRIPCIÓN
1	DIAGRAMA UNIFILAR
2	PLOT PLANT CITY GATE

NOTAS Y CONVENCIONES :

No.	DESCRIPCIÓN

NOTAS:

1. TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN DADAS EN MILÍMETROS, NIVELES Y COORDENADAS EN METROS.
2. LAS BANDEJAS, LAS ESTRUCTURAS METÁLICAS Y LOS TABLEROS SE CONECTAN A LA MALLA DE PUESTA A TIERRA A TRAVÉS DE CONDUCTORES DE COBRE AISLADO COLOR VERDE 35mm2 (2 AWG), THWN–2, 90°C, 600 V.
3. LA PROFUNDIDAD DE LA MALLA, SE REALIZARA A 0.75 m DE PROFUNDIDAD DEL TERRENO.
4. EL CABLE EXTENDIDO SOBRE LOS BANCOS DE DUCTOS Y BANDEJAS PORTACABLES SERÁ DE COBRE DESNUDO, DURO O SEMIDURO, CLASE B, CONDUCTIVIDAD DEL 97%, CALIBRE No. 70 mm2 (2/0 AWG).
5. EL CONTRATISTA DEBERÁ VERIFICAR QUE NO SE FORMEN PARES GALVÁNICOS EN LAS UNIONES DE DIFERENTES METALES. DEBERÁ USAR ACCESORIOS COMO CONECTORES, BARRAS, TORNILLOS, ETC. DE MATERIALES APROPIADOS QUE NO PRESENTEN CORROSIÓN GALVÁNICA.
6. EL CABLE No. 70 mm2 (2/0 AWG) DE TIERRA QUE VIAJA SOBRE LOS BANCOS DE DUCTOS, ENTRARÁ A LOS MANHOLES Y CONTINUARÁ SU RECORRIDO CON EL SIGUIENTE BANCO; Y EN LOS MANHOLES DONDE EXISTAN DERIVACIONES, SE HARÁ UN ANILLO EXTERNO ALREDEDOR DEL MANHOLE CON UNIONES TERMO SOLDADAS EN CADA RAMAL.
7. SE UTILIZARÁ EL POSTE DEL TRANSFORMADOR CGCH–PO–101 PARA LA INSTALACIÓN DEL PARARRAYOS PUNTA FRANKLIN. CON EL FIN DE PROTEGER AL TRAFO CONTRA DESCARGAS DIRECTAS.
8. TODAS LAS CARCAZAS DE LOS EQUIPOS ELÉCTRICOS Y LAS ESTRUCTURAS METÁLICAS SE DEBERÁN CONECTAR SÓLIDAMENTE AL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA, PREFERIBLEMENTE DE DOS PUNTAS DIAGONALES.
9. CABLE DE PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO DEL TRANSFORMADOR, DEBE SER CABLE AISLADO TIPO THWN2–90°C–600 V – No. 35 mm2 (2 AWG).

- CABLE AISLADO THWN2– No. 35 mm2 (2 AWG) 600 V–COLOR VERDE
- CABLE DE COBRE DESNUDO No. 70 mm2 (2/0 AWG)
- CABLE DE COBRE AISLADO THWN–2, COLOR VERDE No. 35 mm2 (2 AWG)
- SUBESTACIÓN AÉREA MONOPOSTE DE 10 kV/0.380 kV
- POZO INSPECCIONABLE
- SOLDADURA EXOTERMICA EN "T"
- SOLDADURA EXOTERMICA EN "X"
- POSTE DE ILUMINACIÓN
- POSTE EN CONCRETO DE 13m DE ALTURA
- MANHOLE MH–XX
- CONEXIÓN MECÁNICA
- BARRA DE PUESTA A TIERRA FIJA SOBREPUESTA A LA PARED DE TABLEROS Y CAJAS ELÉCTRICAS (F:FUERZA)

No.	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE	FECHA	ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ
A	EMITIDOS PARA REVISION	J. CUADROS	26–04–2014	J. CUADROS		

REVISIONES

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIAS FISICAS Y FORMALES

"DISEÑO DE UNA ESTACIÓN REDUCTORA DE PRESIÓN (CITY GATE) DE GAS NATURAL PROCEDENTE DE CAMISEA"

PUESTA A TIERRA
CITY GATE CAMISEA

PROYECTO	CGC			PLANCHA No. 01	DE 01
DISEÑÓ	J.F.C.P	APROBÓ		ESCALA: 1:250	FECHA : 26–04–14
REVISÓ	J.F.C.P	DIBUJÓ	J.F.C.P		

P&ID : TODOS

Cod.: PUESTA A TIERRA — REV. A

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO N°10

DATASHEET GAS NATURAL (HYSYS)

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

Stream: Gas Natural

Envelope: Envelope-1

CONNECTIONS

Calculation Type : HYSYS Two-Phase

Two-Phase Critical Temperature:	-61.56 C	Two-Phase Critical Pressure:	58.71 bar_g	Three-Phase Critical Temperature:	---
Three-Phase Critical Pressure:	---	Cricondentherm:	-56.35 C	Cricondenbar:	59.45 bar_g

STREAM COMPOSITIONS

Component	Mole Fraction	Mass Fraction	Volume Fraction
Ethane	0.1054 *	0.1788 *	0.1570 *
H2O	0.0000 *	0.0000 *	0.0000 *
n-Hexane	0.0000 *	0.0001 *	0.0000 *
n-Pentane	0.0000 *	0.0000 *	0.0000 *
i-Pentane	0.0000 *	0.0001 *	0.0000 *
n-Butane	0.0001 *	0.0003 *	0.0002 *
i-Butane	0.0000 *	0.0000 *	0.0000 *
Propane	0.0014 *	0.0035 *	0.0021 *
Methane	0.8829 *	0.7991 *	0.8336 *
Nitrogen	0.0077 *	0.0122 *	0.0047 *
CO2	0.0024 *	0.0060 *	0.0023 *

CURVES

Bubble Point Curve Table

Pressure (bar_g)	Temperature (C)	Volume (m3/kgmole)	Enthalpy	Entropy
0.9794	-153.4	3.528e-002		
1.496	-149.8	3.574e-002		
2.141	-146.0	3.626e-002		
2.940	-142.0	3.683e-002		
3.925	-137.9	3.748e-002		
5.128	-133.6	3.821e-002		
6.585	-129.1	3.903e-002		
8.332	-124.5	3.997e-002		
10.40	-119.8	4.103e-002		
12.82	-115.0	4.225e-002		
15.61	-110.1	4.365e-002		
18.78	-105.2	4.525e-002		
22.31	-100.3	4.709e-002		
26.17	-95.44	4.922e-002		
30.30	-90.70	5.169e-002		
34.63	-86.10	5.456e-002		
39.04	-81.69	5.791e-002		
43.40	-77.51	6.184e-002		
47.56	-73.59	6.648e-002		
51.37	-69.98	7.198e-002		
54.64	-66.70	7.858e-002		
57.19	-63.79	8.657e-002		
58.71	-61.56	9.509e-002		

Dew Point Curve Table

Pressure (bar_g)	Temperature (C)	Volume (m3/kgmole)	Enthalpy	Entropy
1.013	-89.48	7.371		
2.328	-85.27	4.515		
4.379	-81.03	2.806		
7.432	-76.85	1.780		
11.70	-72.80	1.160		
17.32	-68.87	0.7783		
22.53	-65.91	0.5841		
27.46	-63.50	0.4642		

Licensed to: LEGENDS
* Specified by user.

Stream: Gas Natural (continued)

Envelope: Envelope-1 (continued)

Dew Point Curve Table

Pressure (bar_g)	Temperature (C)	Volume (m3/kgmole)	Enthalpy	Entropy
32.18	-61.49	0.3817		
36.68	-59.83	0.3212		
40.90	-58.51	0.2751		
44.79	-57.51	0.2390		
49.85	-56.61	0.1979		
53.62	-56.35	0.1695		
53.87	-56.35	0.1676		
56.79	-56.66	0.1446		
58.81	-57.65	0.1242		
59.45	-59.21	0.1087		
59.45	-59.22	0.1086		
58.86	-61.28	9.637e-002		
58.71	-61.56	9.509e-002		

Hydrate Curve Table

Pressure (bar_g)	Temperature (C)
2.328	-35.43
4.379	-25.25
7.432	-14.85
11.70	-4.591
17.32	1.720
22.53	4.079
27.46	5.843
32.18	7.239
36.68	8.372
40.90	9.302
44.79	10.06
49.85	10.95
53.62	11.54
53.87	11.58
56.79	12.00
58.81	12.27
59.45	12.36
58.86	12.28

PROPERTIES

		Overall	Vapour Phase			
Vapour/Phase Fraction		1.0000	1.0000			
Temperature:	(C)	29.73 *	29.73			
Pressure:	(bar_g)	47.24 *	47.24			
Molar Flow	(MMSCFD)	38.73 *	38.73			
Mass Flow	(kg/h)	3.420e+004	3.420e+004			
Std Ideal Liq Vol Flow	(m3/h)	109.5	109.5			
Molar Enthalpy	(kJ/kgmole)	-7.701e+004	-7.701e+004			
Mass Enthalpy	(kJ/kg)	-4345	-4345			
Molar Entropy	(kJ/kgmole-C)	153.9	153.9			
Mass Entropy	(kJ/kg-C)	8.684	8.684			
Heat Flow	(MMBtu/hr)	-140.8	-140.8			
Molar Density	(kgmole/m3)	2.162	2.162			
Mass Density	(kg/m3)	38.32	38.32			
Std Ideal Liq Mass Density	(kg/m3)	312.3	312.3			
Liq Mass Density @Std Cond	(kg/m3)	0.7520	0.7520			
Molar Heat Capacity	(kJ/kgmole-C)	44.45	44.45			
Mass Heat Capacity	(kJ/kg-C)	2.508	2.508			
Thermal Conductivity	(W/m-K)	3.718e-002	3.718e-002			

* Specified by user.

Stream: Gas Natural (continued)

Envelope: Envelope-1 (continued)

Viscosity	(cP)	1.248e-002	1.248e-002			
Surface Tension	(dyne/cm)	---	---			
Molecular Weight		17.73	17.73			
Z Factor		0.8864	0.8864			
Mole Frac (Ethane)		0.1054 *	0.1054			
Mole Frac (H2O)		0.0000 *	0.0000			
Mole Frac (n-Hexane)		0.0000 *	0.0000			
Mole Frac (n-Pentane)		0.0000 *	0.0000			
Mole Frac (i-Pentane)		0.0000 *	0.0000			
Mole Frac (n-Butane)		0.0001 *	0.0001			
Mole Frac (i-Butane)		0.0000 *	0.0000			
Mole Frac (Propane)		0.0014 *	0.0014			
Mole Frac (Methane)		0.8829 *	0.8829			
Mole Frac (Nitrogen)		0.0077 *	0.0077			
Mole Frac (CO2)		0.0024 *	0.0024			

* Specified by user.

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO N°11

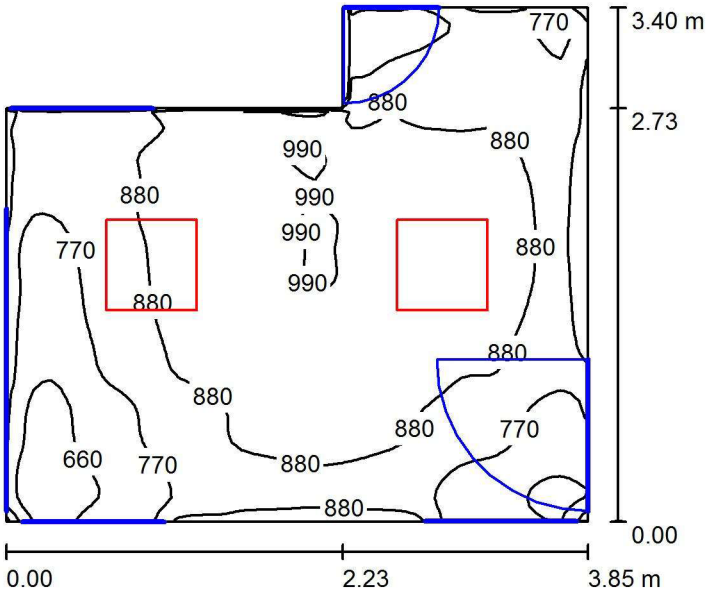
RESULTADOS ILUMINACIÓN

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

DIALux
06.05.2014

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Area comun / Resumen



Altura del local: 3.900 m, Altura de montaje: 3.947 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:50

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	857	572	1109	0.667
Suelo	88	798	605	1047	0.758
Techo	90	559	252	868	0.451
Paredes (8)	90	690	479	1117	/

Plano útil:

Altura:	0.800 m
Trama:	64 x 64 Puntos
Zona marginal:	0.000 m

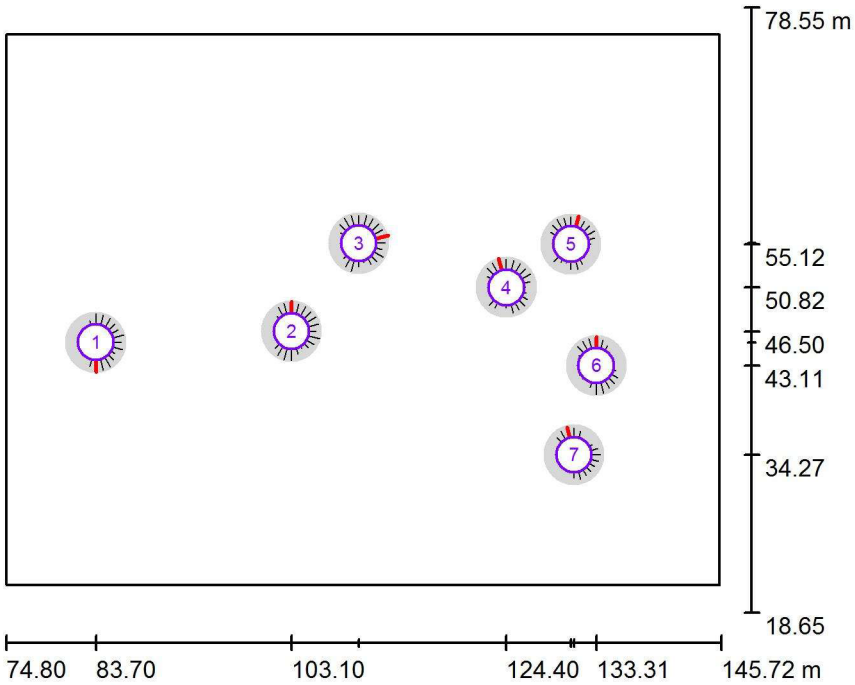
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	Philips TBS464 4xTL5-20W HFP T-VH AC-MLO (1.000)	5676	6600	89.0
			Total: 11352	Total: 13200	178.0

Valor de eficiencia energética: 15.35 W/m² = 1.79 W/m²/100 lx (Base: 11.60 m²)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Area de Procesos / Observador GR (sumario de resultados)



Escala 1 : 750

Lista de puntos de cálculo GR

N°	Designación	Posición [m]			Área del ángulo visual [°]				Max	
		X	Y	Z	Inicio	Fin	Amplitud de paso	Inclination		
1	Observador GR 1	83.700	45.400	1.500	0.0	360.0	15.0	-2.0	38	2)
2	Observador GR 2	103.100	46.500	1.500	0.0	360.0	15.0	-2.0	38	2)
3	Observador GR 3	109.770	55.200	1.500	0.0	360.0	15.0	-2.0	39	2)
4	Observador GR 4	124.404	50.817	1.500	0.0	360.0	15.0	-2.0	39	2)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Area de Procesos / Observador GR (sumario de resultados)

Lista de puntos de cálculo GR

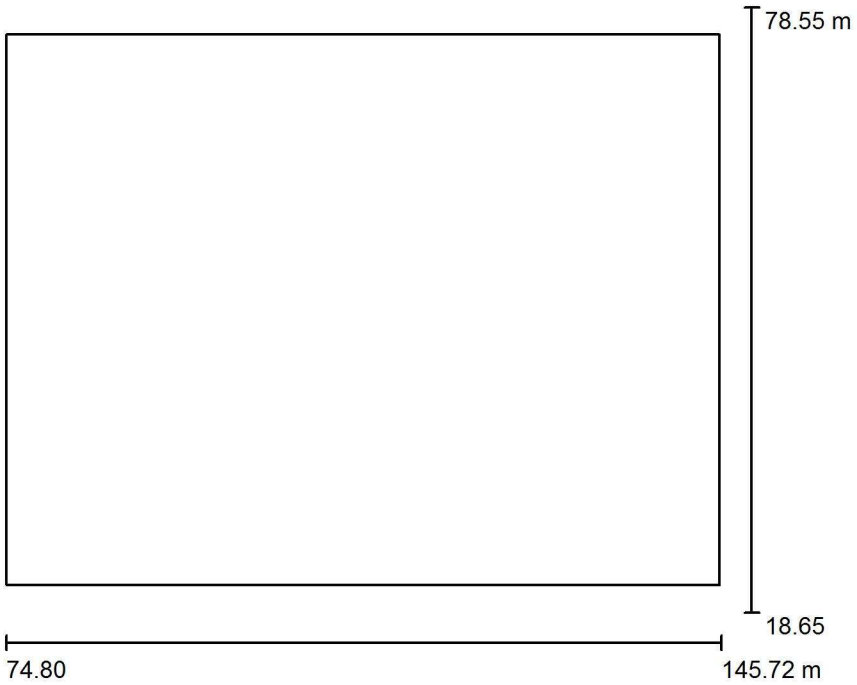
N°	Designación	Posición [m]			Área del ángulo visual [°]				Max
		X	Y	Z	Inicio	Fin	Amplitud de paso	Inclination	
5	Observador GR 5	130.816	55.123	1.500	0.0	360.0	15.0	-2.0	37 2)
6	Observador GR 6	133.312	43.113	1.500	0.0	360.0	15.0	-2.0	37 2)
7	Observador GR 7	131.116	34.271	1.500	0.0	360.0	15.0	-2.0	36 2)

2) La luminancia difusa equivalente del entorno que ha sido calculada presupone que el entorno presenta una reflexión completamente difusa (conforme a la norma EN 12464-2).

DIALux
06.05.2014

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Area de Procesos / Datos de planificación



Factor mantenimiento: 0.80, ULR (Upward Light Ratio): 4.0%

Escala 1:750

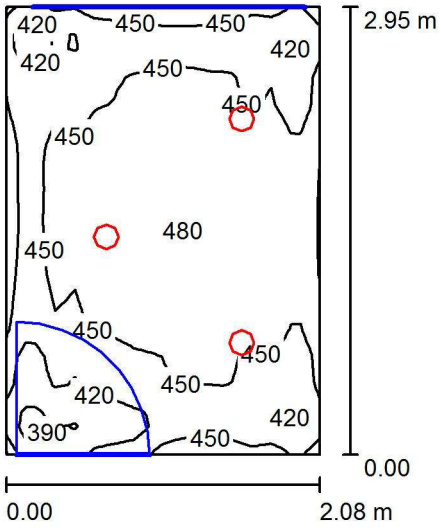
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	18	Philips RVP351 1xSON-T400W A/50 (1.000)	30720	48000	433.0
			Total: 552960	Total: 864000	7794.0

DIALux
06.05.2014

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Baño / Resumen



Altura del local: 3.900 m, Altura de montaje: 3.992 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:50

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	450	364	485	0.809
Suelo	90	413	361	473	0.873
Techo	90	374	305	523	0.815
Paredes (4)	90	414	326	642	/

Plano útil:

Altura:	0.800 m
Trama:	32 x 32 Puntos
Zona marginal:	0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

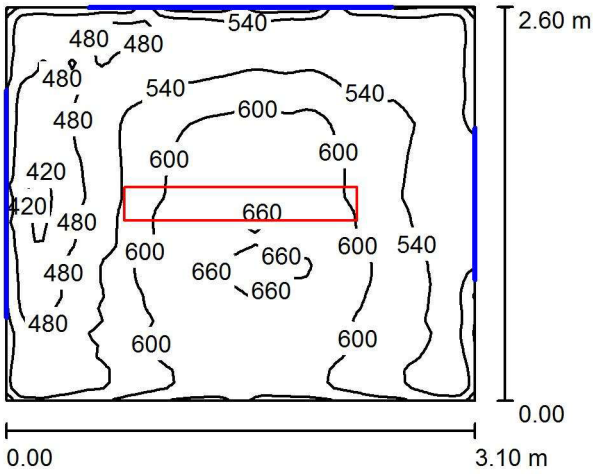
N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	3	Philips BBS488 1xDLED-4000 +ZBS480 SG-O (1.000)	1024	1296	15.0
			Total: 3072	Total: 3888	45.0

Valor de eficiencia energética: 7.35 W/m² = 1.63 W/m²/100 lx (Base: 6.12 m²)

DIALux
06.05.2014

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Caseta de Vigilancia / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:50

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	558	405	695	0.726
Suelo	88	513	443	615	0.864
Techo	90	275	150	374	0.548
Paredes (4)	90	395	230	715	/

Plano útil:

Altura:	0.800 m
Trama:	64 x 64 Puntos
Zona marginal:	0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

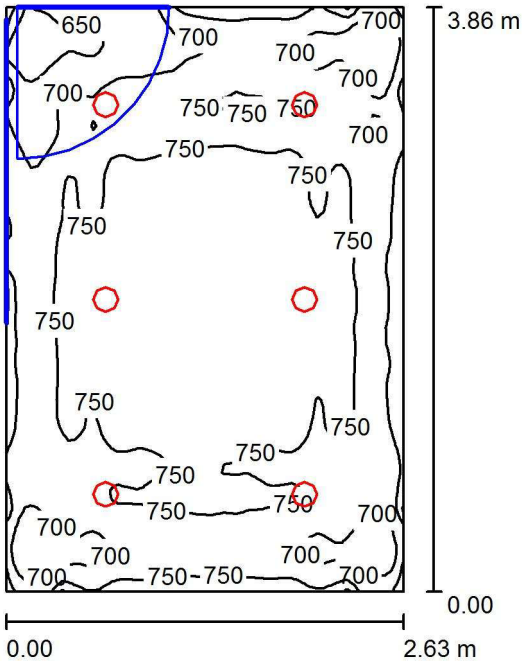
N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	Philips TCS460 2xTL5-35W HFP C8 (1.000)	4855	6650	77.0
			Total: 4855	Total: 6650	77.0

Valor de eficiencia energética: 9.55 W/m² = 1.71 W/m²/100 lx (Base: 8.06 m²)

DIALux
06.05.2014

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Cocina / Comedor / Resumen



Altura del local: 3.900 m, Altura de montaje: 3.992 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:50

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	740	597	827	0.806
Suelo	88	701	578	866	0.825
Techo	90	625	543	754	0.869
Paredes (4)	90	690	511	1064	/

Plano útil:

Altura:	0.800 m
Trama:	64 x 64 Puntos
Zona marginal:	0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

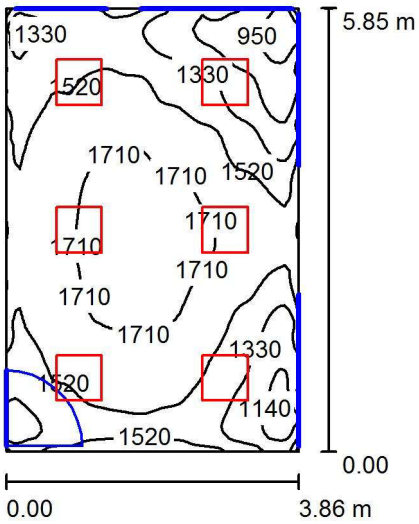
N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	Philips BBS488 1xDLED-4000 +ZBS480 SG-O (1.000)	1024	1296	15.0
			Total: 6143	Total: 7776	90.0

Valor de eficiencia energética: 8.89 W/m² = 1.20 W/m²/100 lx (Base: 10.13 m²)

DIALux
06.05.2014

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Oficinas / Cuasrto de Control / Resumen



Altura del local: 3.900 m, Altura de montaje: 3.947 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:100

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	1506	857	1801	0.569
Suelo	88	1457	1191	1676	0.817
Techo	90	960	345	1366	0.359
Paredes (4)	90	1231	862	1988	/

Plano útil:

Altura:	0.800 m
Trama:	64 x 64 Puntos
Zona marginal:	0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

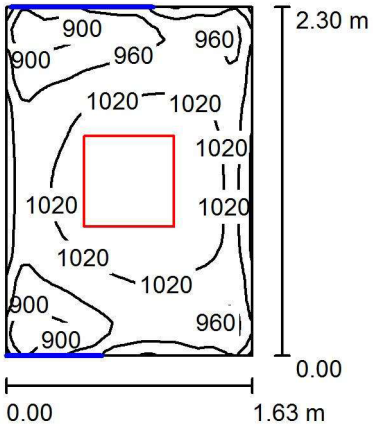
N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	Philips TBS464 4xTL5-20W HFP T-VH AC-MLO (1.000)	5676	6600	89.0
			Total: 34056	Total: 39600	534.0

Valor de eficiencia energética: 23.68 W/m² = 1.57 W/m²/100 lx (Base: 22.55 m²)

DIALux
06.05.2014

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Esclusa / Resumen



Altura del local: 3.900 m, Altura de montaje: 3.947 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:50

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	997	799	1096	0.801
Suelo	88	866	719	1059	0.830
Techo	90	737	47	958	0.064
Paredes (4)	90	927	638	1363	/

Plano útil:

Altura:	0.800 m
Trama:	32 x 32 Puntos
Zona marginal:	0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

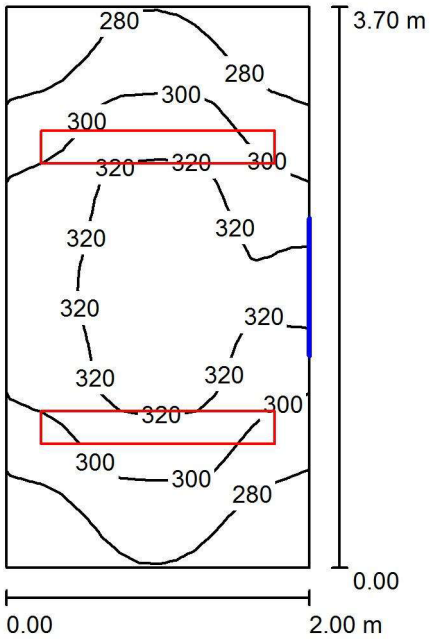
N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	Philips TBS464 4xTL5-20W HFP T-VH AC-MLO (1.000)	5676	6600	89.0
			Total: 5676	Total: 6600	89.0

Valor de eficiencia energética: 23.82 W/m² = 2.39 W/m²/100 lx (Base: 3.74 m²)

DIALux
06.05.2014

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Sala de Baterias / Resumen



Altura del local: 4.700 m, Altura de montaje: 4.700 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:50

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	302	262	332	0.869
Suelo	20	230	202	260	0.879
Techo	70	99	70	125	0.712
Paredes (4)	50	228	79	587	/

Plano útil:

Altura:	0.800 m
Trama:	16 x 32 Puntos
Zona marginal:	0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

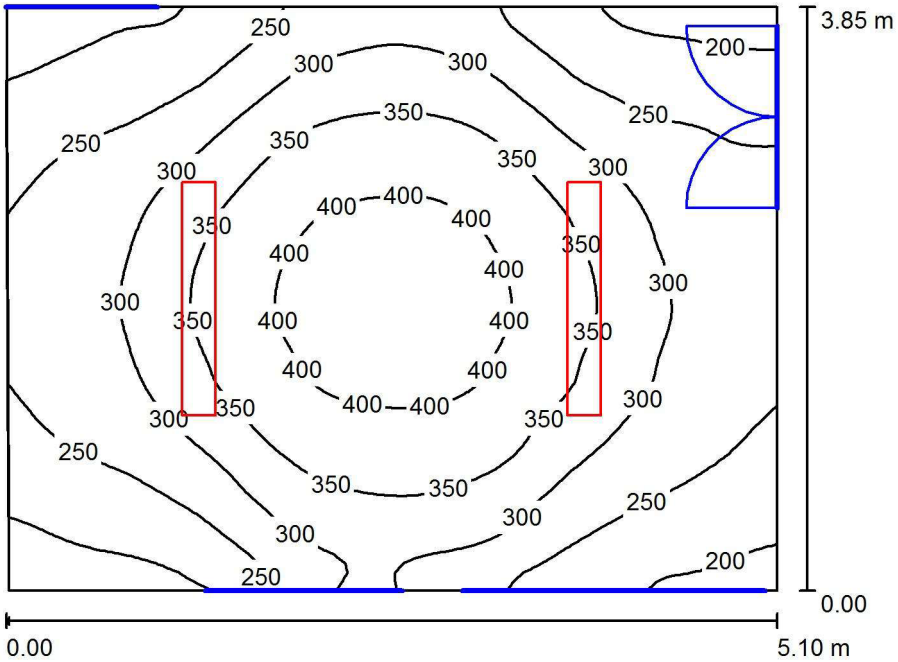
N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	Philips TCS460 2xTL5-35W HFP C8 (1.000)	4855	6650	77.0
			Total: 9709	Total: 13300	154.0

Valor de eficiencia energética: 20.80 W/m² = 6.90 W/m²/100 lx (Base: 7.40 m²)

DIALux
06.05.2014

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Sala de instrumentacion / Resumen



Altura del local: 4.700 m, Altura de montaje: 3.500 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:50

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	301	172	421	0.573
Suelo	20	249	171	306	0.686
Techo	70	35	29	40	0.831
Paredes (4)	50	86	26	309	/

Plano útil:

Altura:	0.800 m
Trama:	64 x 64 Puntos
Zona marginal:	0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

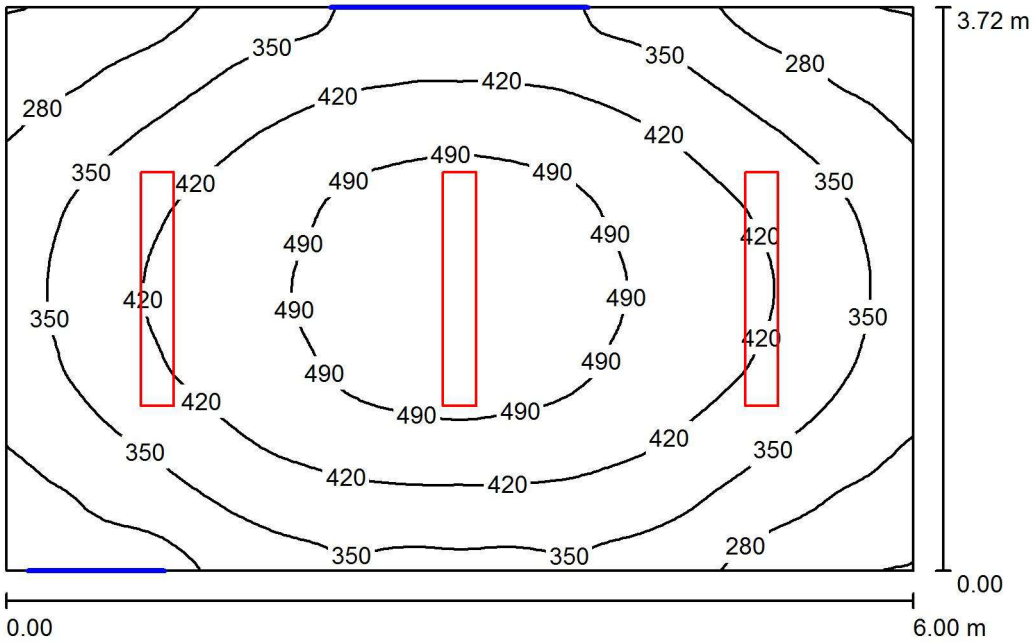
N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	Philips TCS460 2xTL5-35W HFP C8 (1.000)	4855	6650	77.0
			Total: 9709	Total: 13300	154.0

Valor de eficiencia energética: 7.86 W/m² = 2.62 W/m²/100 lx (Base: 19.58 m²)

DIALux
06.05.2014

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Sala Electrica / Resumen



Altura del local: 4.700 m, Altura de montaje: 3.500 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:50

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	393	209	554	0.531
Suelo	20	328	225	413	0.685
Techo	70	45	38	51	0.831
Paredes (4)	50	116	33	450	/

Plano útil:

Altura:	0.800 m
Trama:	64 x 64 Puntos
Zona marginal:	0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

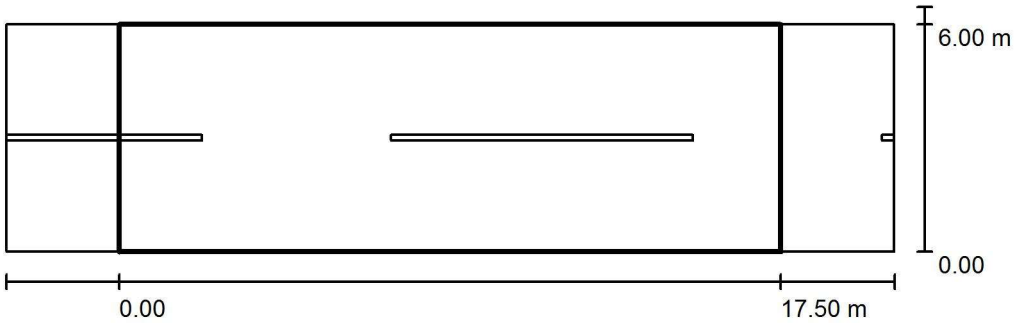
N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	3	Philips TCS460 2xTL5-35W HFP C8 (1.000)	4855	6650	77.0
			Total: 14564	Total: 19950	231.0

Valor de eficiencia energética: 10.36 W/m² = 2.64 W/m²/100 lx (Base: 22.29 m²)

DIALux
06.05.2014

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Iluminacion vias de acceso / Vias de circulacion / Sumario de los resultados



Factor mantenimiento: 0.80 Escala 1:200

Trama: 10 x 4 Puntos
Elemento de la vía pública respectivo: Vias de circulacion.
Clase de iluminación seleccionada: CE4 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	E_m [lx]	U0
Valores reales según cálculo:	16.53	0.87
Valores de consigna según clase:	≥ 10.00	≥ 0.40
Cumplido/No cumplido:	✓	✓

DIALux
06.05.2014

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

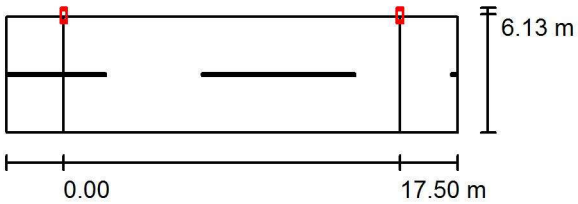
Iluminacion vias de acceso / Datos de planificación

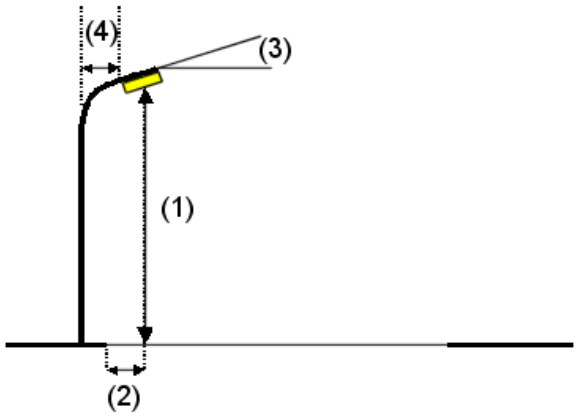
Perfil de la vía pública

Vias de circulacion (Anchura: 6.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R1, q0: 0.100)

Factor mantenimiento: 0.80

Disposiciones de las luminarias





Luminaria:	Philips Selenium SGP340 PC 1xSON-PP150W CON TP P1		
Flujo luminoso (Luminaria):	10880 lm	Valores máximos de la intensidad lumínica	
Flujo luminoso (Lámparas):	17000 lm	con 70°:	249 cd/klm
Potencia de las luminarias:	169.0 W	con 80°:	221 cd/klm
Organización:	unilateral arriba	con 90°:	157 cd/klm
Distancia entre mástiles:	17.500 m	Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).	
Altura de montaje (1):	10.232 m		
Altura del punto de luz:	10.000 m		
Saliente sobre la calzada (2):	0.000 m	La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.5.	
Inclinación del brazo (3):	30.0 °		
Longitud del brazo (4):	1.000 m		