

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA



**PLAN DE ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD DEL
PROYECTO PLANTA DE ACIDO SULFURICO N° 2**

INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE

INGENIERO MECANICO

CARLOS DAVID VARGAS CARRION

PROMOCION 1988-I

LIMA-PERU

2010

DEDICATORIA

*A la memoria de mis padres que me
inculcaron valiosos principios.*

*A mi querida esposa e hijo por su continua
comprensión y apoyo.*

C. Vargas C.

CONTENIDO

Prólogo	1
 CAPITULO I	 3
INTRODUCCIÓN	3
1.1 ANTECEDENTES	3
1.2 OBJETIVOS	5
1.3 ALCANCE	6
 CAPITULO II	 8
MARCO TEÓRICO DEL PAC	8
2.1 MARCO TEÓRICO ISO 9001:2008	8
2.1.1 Normas de Gestión de la Calidad	9
2.1.2 Principios de la Gestión de la Calidad	9
2.2 MARCO TEÓRICO PMBOK: 2004	11
2.2.1 La Gestión de la Calidad del Proyecto	11
2.3. RELACION DEL PAC CON LA NORMA ISO 9001:2008	
Y EL PMBOK: 2004	15
 CAPITULO III	 17
ACTIVIDADES DE GESTIÓN ANTES Y DURANTE LA	
EJECUCIÓN DEL PROYECTO	17
3.1 REVISAR EL PAC DE LA PROPUESTA Y ELABORAR	

UNA NUEVA REVISIÓN	18
3.2 REVISAR LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	19
3.2.1 Códigos o Normas de Referencia	19
3.2.2 Ensayos No Destructivos (IV, RT, TP)	20
3.2.3 Tolerancias de construcción	20
3.2.4 Pruebas y/o ensayos aplicables	21
3.2.5 Materiales base de equipos y tuberías	21
3.2.6 Procesos de soldadura recomendados	21
3.2.7 Electrodo o materiales de aporte aplicables	24
3.2.8 Pintura, color y fabricante recomendado	24
3.2.9 Grout tipo y fabricante recomendado	25
3.2.10 Equipos de Inspección, medición y ensayo	26
3.3 REVISAR EL CONTRATO	26
3.4 REVISAR LOS ALCANCES	27
3.4.1 Obras Civiles	28
3.4.2 Obras Mecánicas	28
3.4.3 Obras Eléctricas e Instrumentación	29
3.5 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES QC	29
3.6 COORDINACIONES CON EL QA DEL CLIENTE	30
3.6.1 Formatos a usar	30
3.6.2 Entrega de documentos de la calidad	31
3.6.3 Frecuencia y duración de reuniones para ver los temas de calidad	31
3.7 COORDINACIONES INTERNAS GYM	32

CAPITULO IV	34
PROCESOS, DESARROLLO Y CONTENIDO DEL PAC	34
4.1. MAPA DE PROCESOS	34
4.2. DESARROLLO DEL PAC	37
4.3. CONTENIDO DEL PAC	38
4.3.1 Política de Calidad	40
4.3.2 Procedimientos de Gestión (PG)	41
4.3.3 Procedimientos de Control de Calidad (PC)	48
4.3.4 Organigrama GyM	52
4.3.5 Organigrama QA/QC KPSA-GyM	53
 CAPITULO V	 54
OBRA MECÁNICA	54
5.1 ESTRUCTURAS METÁLICAS	55
5.2 EQUIPOS	56
5.2.1 END en equipos	58
5.3 TUBERÍAS	60
5.3.1 Codificación de Línea	61
5.3.2 Tuberías instaladas	62
5.3.3 END en tuberías	62
5.3.4 Instalación de Ductos	63
5.4 PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN (PdC)	63

CAPITULO VI	66
ACTIVIDADES DE CONTROL	66
6.1 DESARROLLO DE ITP (INSPECTION TEST PLAN)	
PLAN DE INSPECCIÓN Y/O ENSAYOS	66
6.2 CONTROLES	67
6.2.1 Recepción y almacenamiento	68
6.2.2 Topografía	69
6.2.3 Torqueo	69
6.2.4 Grout	70
6.2.5 Pintura	70
6.2.6 Alineamiento Axial y radial	71
6.2.7 Lubricación	71
6.2.8 NDT	71
6.2.8.1 Inspección Visual (IV)	71
6.2.8.2 Tintes Penetrantes	72
6.2.8.3 RT	72
6.2.9 WPS (Especificación de Procedimiento de Soldadura)	72
6.2.10 PQR (Calificación del Procedimiento de Soldadura)	72
6.2.11 WPQ (Calificación de soldadores)	73
6.2.12 Welding Map	73
6.2.13 Flushing	74
6.2.14 Pruebas Hidrostáticas	74
6.3 ARCHIVOS ELECTRÓNICOS	75
6.3.1 QC Index	75

6.3.1.1	Archivo de cada tipo de protocolo	75
6.3.2	Matriz Index	75
6.3.3	Welding Book	75
6.4	NO CONFORMIDADES INTERNAS (NCI) GYM	76
6.4.1	Estructuras	76
6.4.2	Equipos	76
6.4.3	Tuberías	76
6.5	ACCIONES PREVENTIVAS	77
6.5.1	Protección de Equipos Rotativos	77
6.5.2	Equipos Rotativos	77
6.5.3	Tuberías	77
	CONCLUSIONES	78
	RECOMENDACIONES	80
	BIBLIOGRAFÍA	82
	Planos	
	Apéndices	

INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Figura 2-1. Modelo de un sistema de gestión de la calidad basado en procesos

Figura 2-2. Ciclo PHVA

Figura 2-3. Descripción General de la Calidad del Proyecto

Figura 2-4. Diagrama de Flujo de Procesos de Gestión de la Calidad del Proyecto

Tabla 2-1. Relación del PAC con la Norma ISO 9001:2008 y el PMBOK-2004

Figura 3-1. Ciclo del PAC

Tabla 3.1 Códigos - Normas

Tabla 3-2. Tolerancias de Construcción

Tabla 3-3. Pruebas y/o Ensayos

Tabla 3-4. Resumen de WPS-PQR

Tabla 3-5. Electrodo / Material de Aporte

Tabla 3-6. Colores de tuberías

Tabla 3-7. Tipos de grout

Tabla 3-8. Equipos de inspección, medición y ensayo

Figura 3-2. Alcance del Proyecto

Figura 4-1 Procesos de la Calidad

Figura 4-2. Mapa de Procesos

Tabla 4-1. Esquema de Desarrollo del Plan de Aseguramiento y Control de la Calidad

Tabla 4-2. Procedimientos de Gestión

Tabla 4-3. Elaboración, Revisión y Aprobación de Documentos

Tabla 4-4. Codificación de Documentos

Tabla 4-5. Niveles de Almacenamiento

Figura 4-3. Modelo de Sticker

Figura 4-4. Flujo de Protocolo

Figura 4-5. Organigrama GyM

Figura 4-6. Organigrama QA/QC KPSA-GyM

Tabla 4-6. Procedimientos de Control de Calidad

Figura 5-1. Alcance de Obras Mecánicas

Tabla 5-1. Estructuras

Tabla 5-2. Equipos

Tabla 5-3. Equipos SS/CS (Acero Inoxidable/Acero al Carbono)

Tabla 5-4. Equipos de FRP (Fiber Reinforced Plastic)

Tabla 5-5. Porcentaje de END en Equipos

Tabla 5-6. Porcentaje de Rechazo RT en Equipos

Tabla 5-7. Tuberías instaladas

Tabla 5-8. Porcentaje de Rechazo RT en Tuberías

Tabla 5-8. Porcentaje END en tuberías

Tabla 5-10 Ductos instalados

Tabla 5-11. Procedimientos de Construcción

Figura 6-1. Controles Mecánicos

Tabla 6-1 Controles Mecánicos

GLOSARIO DE TERMINOS

PAC, Plan de aseguramiento y control de calidad

PAN 2, Planta de Acido Sulfúrico N°2

QA, Aseguramiento de la Calidad

QC, Control de la Calidad

QA/QC, Aseguramiento y Control de Calidad

GyM, La Organización, cuya actividad principal es la Construcción

SPCC, Southern Peru Copper Corporation

KPSA, Kvaerner del Perú S.A.

PAMA, Programa de Adecuación y Manejo Ambiental

SGC, Sistema de Gestión de la Calidad

PG, Procedimiento de Gestión, procedimientos que recomienda la norma para mejorar la eficacia del sistema de gestión de una organización.

MAC Manual de Aseguramiento y Control de Calidad (MAC = MGC)

MGC Manual de Gestión de Calidad, especifica el Sistema de Gestión de Calidad, incluyendo la Política y Objetivos de Calidad, y describe las responsabilidades, autoridades e interrelaciones del personal que administra, ejecuta, verifica o revisa las actividades que afectan la calidad en GyM.

PMBOK, Project Management Body of Knowledge, Cuerpo de Conocimientos de la Dirección de Proyectos

Calidad, grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos.

Construcción, Procesos o etapas de trabajo que al ser terminados dan por resultado la Obra.

Obra, Es el resultado final de los Procesos de Construcción; y/o el espacio físico donde se ejecuta la construcción.

Proyecto, Proceso único consistente en un conjunto de actividades coordinadas y controladas con fechas de inicio y finalización, llevadas a cabo para lograr un objetivo conforme con requisitos específicos, incluyendo las limitaciones de tiempo, costo y recursos.

Cliente, Es la entidad que suscribe un contrato con GyM para la ejecución de un proyecto.

Contratista, Denominación que se le asigna a GyM al suscribir un contrato con el Cliente, para la ejecución de un Proyecto, basado en la prestación de un servicio y/o producto.

Alcance, es el conjunto de actividades de construcción comprendidas para la realización del proyecto.

ITP, Inspection Test Plan, o Plan de Inspección y Pruebas, documento de calidad empleado para resaltar los puntos necesarios de inspección durante el desarrollo del proyecto, así como mostrar los formatos de control aplicables

Documento, Datos que poseen significado y su medio de soporte, ejemplo. Registro, Especificación, Plano, Procedimiento, Informe, Norma.

Formato, Documento con actividades por realizar

Registro, Formato con resultados obtenidos o proporciona evidencia de actividades desempeñadas.

Protocolo, Registro con las firmas de GyM y del Cliente, validando los resultados obtenidos y/o las verificaciones de las actividades.

Procedimiento, Documento que explica la forma específica, para llevar a cabo una actividad o proceso durante el desarrollo del proyecto.

Documentación Superada, Es la documentación desactualizada (planos, información técnica, etc.) que ha sido reemplazada por una revisión posterior.

Documentación Actualizada, Es la documentación vigente con la que se debe trabajar en el proyecto.

Hoja de transmisión (Transmittal), Documento mediante el cual se realiza la entrega o recepción de documentos.

Matrix Index, Es una tabla en la cual se tiene distribuidas en filas todos los equipos, estructuras metálicas o de concreto, con sus correspondientes columnas en las cuales están todos los protocolos aplicables a cada uno de los ítems descritos.

Sirve para llevar un control de los diferentes protocolos aplicables a cada equipo o estructura a montar dentro del proyecto.

QC Index, Es una relación de todos los Registros de Calidad que serán usados en cada Área, esta relación está ordenada por disciplina civil, mecánica y eléctrica. Cada QC Index se archivará en forma independiente.

Welding Book, es una base de datos tomado del Reporte Diario de Soldadura (RDS) y completado con los resultados de los Reportes de radiografía de las juntas soldadas.

RDS, Reporte Diario de Soldadura, es un formato donde se registran todas las costuras de los equipos y/o tuberías que se realizan cada día, en donde se consigna la estampa del soldador que realiza la costura, así como la inspección visual de las juntas.

Dossier, Recopilación en forma ordenada de la documentación relativa a la calidad.

La manera como se organice el Dossier se hará en forma conjunta con el Cliente.

Producto, Resultado de un Proceso

Proceso, Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en salidas.

No conformidad, Incumplimiento de un requisito.

Requisito, Necesidad o expectativa establecida, generalmente implícita u obligatoria

Acción Preventiva, Acción tomada para eliminar la causa de una no conformidad potencial u otra situación potencialmente indeseable.

La acción preventiva se toma para prevenir que algo suceda.

Acción Correctiva, Acción tomada para eliminar la causa de una no conformidad detectada u otra situación indeseable.

La acción correctiva se toma para prevenir que algo vuelva a producirse.

Auditoria, Proceso sistemático, independiente y documentado para obtener evidencias de la mayor o menor desviación del Sistema de Calidad implementado.

Plan de auditoría, Descripción de las actividades bajo las cuales se llevara adelante una auditoria, indicando los alcances y límites.

Auditoria de Proceso, Es una auditoria parcial que se hace al Sistema de la Calidad.

Auditoria del Sistema, Es una auditoria que se hace a todo el Sistema de la Calidad en un tiempo reducido.

Jefe auditor, Persona que tendrá a su cargo la planificación, la conducción y total desarrollo de la auditoria de calidad.

Auditor, Persona con la competencia para llevar a cabo una auditoria.

Auditado, Organización que es auditada.

Evidencias de la auditoria, Registros, declaraciones de hechos o cualquier otra información, que son pertinentes para los criterios de auditoría y que son verificables.

Hallazgos de la auditoria, Resultados de la evaluación de la evidencia de la auditoria recopilada frente a los criterios de auditoría.

No Conformidad Mayor o Menor

La calificación de No Conformidad Mayor o Menor la determina el líder del equipo auditor, considerando la mayor o menor desviación al Sistema de la Calidad encontrado en la auditoria.

Observación, Es un incumplimiento encontrado según el objeto y alcance de la auditoria que por su naturaleza no es calificado como una No conformidad.

También se le llama observación a las no conformidades leves encontradas en la construcción.

Packing List, Es una lista de los productos suministrados por el cliente, en donde están indicados los pesos, volúmenes, cantidades así como una descripción del contenido de cada paquete.

Vale de Salida de Materiales, Es el único documento para el retiro de los materiales. El cual debe ser aprobado por el Responsable de Área de Construcción.

Equipo de medición y ensayo, Todo instrumento apropiado para realizar medidas y pruebas durante la ejecución del proyecto.

Calibrar, Realizar las correcciones necesarias en los equipos de medición y ensayo hasta que las mediciones estén dentro de la tolerancia permitida.

Contrastar, Realizar mediciones con un equipo patrón y el equipo a contrastar, para determinar si las variaciones en las lecturas obtenidas están dentro del rango permitido. (A esta actividad normalmente se le dice Calibración de Equipos).

Movimiento de Tierras

Son todas las actividades que se realizan previamente al terreno para la preparación del suelo donde se cimentarán las estructuras de concreto o de pavimento.

Concreto fresco, Es el resultado de la mezcla y homogenización de los ingredientes de un diseño, en su condición previa a la colocación y que cumple con las tolerancias establecidas por las normas aplicables: ACI, ASTM, ITINTEC.

Concreto endurecido, Concreto final que ha alcanzado cierta resistencia a la penetración y que es diseñado para cumplir requisitos especificados.

WPS, (Welding Procedure Specification) Especificación del Procedimiento de Soldadura

PQR, (Procedure Qualification Record) Calificación del Procedimiento de Soldadura

WPQ, (Welder Performance Qualification) Calificación de la Performance del Soldador

END, Ensayos No Destructivos (END = NDT Non Destructive Testing)

IV. Inspección Visual

PT, (Penetrant Test) = **LP** (Líquidos Penetrantes)

RT, Radiographic Test

Grout Epóxico, Grout que se usa en equipos que van a estar sometidos a fuertes vibraciones.

Grout Cementicio, Grout que se usa en equipos de menor vibración y en base de estructuras metálicas.

Non-Shrink, Característica de algunos tipos de grout en donde la variación de volumen es mínima (No hay encogimiento).

Arenado, Consiste en remover la superficie metálica de manera eficiente y rápida con un chorro continuo de arena o perdigón. Este proceso se aplica en el caso de las superficies nuevas.

Sistema de Pintado, Consiste en la definición de la forma de preparación superficial y el proceso integral del pintado, número de capas, espesores de películas secos parciales y totales.

Spools, Armado de parte de una línea de tubería, limitada por juntas de soldadura de campo (Field Weld FW) que llevan juntas de soldaduras efectuadas en el taller de fabricación de obra de GyM.

Trazabilidad de soldadura, Seguimiento de todas las costuras por medio de identificaciones registradas.

Apriete Firme, Es el apriete alcanzado por el perno, con unos cuantos golpes de una llave de impacto o bien con el esfuerzo total de un hombre usando una llave ordinaria.

Carga de Prueba, Es la fuerza máxima que puede soportar el perno sin que sufra deformación permanente. Estos valores son especificados en las normas ASTM de acuerdo al tipo de perno que será ajustado.

Par de Torque, Es el valor especificado de ajuste de perno, expresado en NM o lb- pie.

El Par de Torque es controlado mediante el uso de torquímetros calibrados.

Alineamiento Axial, Llamado también Alineamiento Angular, formado por el ángulo entre las caras de los ejes del motor y del equipo accionado, debido a que los ejes no se encuentran en el mismo plano horizontal ni en la misma dirección.

El alineamiento axial consiste en colocar las dos caras paralelas y con el eje en la misma dirección.

Alineamiento Radial, Llamado también alineamiento paralelo. Realizado el alineamiento axial, existe un desplazamiento lateral en los ejes por lo que se hace necesario efectuar un alineamiento radial para reducir esta variación hasta estar dentro de los parámetros recomendados.

Pruebas de Presión, Una vez finalizada la instalación o parte de ella, se someterá a la línea a la prueba hidrostática y/o neumática según sea el caso. La prueba se hará a la presión que indiquen las especificaciones técnicas suministradas por el cliente.

Prueba Hidrostática, Es la prueba de presión que se realiza usando como fluido de prueba generalmente agua, aceite, o combustible.

La presión de prueba será de acuerdo a las especificaciones suministradas por el Cliente, normalmente es al 150% de la presión de diseño.

Prueba Neumática, Es la prueba de presión que se realiza usando como fluido de prueba generalmente aire, nitrógeno o amoníaco.

La presión de prueba será de acuerdo a las especificaciones suministradas por el Cliente, normalmente es al 110% de la presión de diseño.

Prueba de Estanqueidad, Generalmente es una prueba que se realiza con agua para determinar fugas en tanques, o en tuberías no sometidas a presiones mayores que la atmosférica.

Flushing de Tuberías, Es la limpieza interior con agua a presión que se les da a las tuberías antes o después de realizar las pruebas hidrostáticas, o es el soplado de las tuberías antes de realizar una prueba neumática.

ASME, American Society of Mechanical Engineers (Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos).

AWS, American Welding Society (Sociedad Americana de Soldadura).

ASTM, American Society for Testing and Materials (Sociedad Americana para el Ensayo de Materiales).

API, American Petroleum Institute (Instituto Americano de Petróleo)

AISC, American Institute Steel Construction (Instituto Americano del Acero de Construcción).

ACI, American Concrete Institute (Instituto Americano de Concreto)

SSPC, Steel Structure Painting Council (Concejo de Pintura para Estructuras de Acero)

PROLOGO

El presente trabajo se ha fortalecido por la experiencia adquirida en los diferentes proyectos y diversos clientes que ha tenido GyM; así como los conocimientos adquiridos con el PMBOK y las Normas ISO 9000, adecuando el Plan de Aseguramiento y Control de Calidad (PAC) a las recomendaciones de estas normas internacionales.

El presente informe contempla una introducción en la cual se hace referencia a los antecedentes de los sistemas de calidad, se menciona los objetivos principales y alcances del presente trabajo. Así mismo se menciona el proyecto del cual se han obtenido los datos durante la aplicación del PAC.

En el **capítulo 2**, se desarrolla el marco teórico en que se basa el PAC, se ha tomado como marco teórico el ISO 9001:2008 y el PMBOK:2004, encontrando que el contenido de este trabajo contempla muchos de los puntos solicitados por el ISO 9001:2008, de similar manera se ha estructurado el PAC como lo considera el PMBOK, es decir, como el resultado del Planeamiento, Aseguramiento y Control de la Calidad.

En el **capítulo 3**, se desarrolla las actividades necesarias que debe llevar a cabo el responsable del área de calidad en un proyecto civil electromecánico, antes y durante la ejecución del mismo como son la revisión del PAC de la propuesta para realizar las modificaciones necesarias y presentar un PAC específico del proyecto, se determina la importancia de revisar las especificaciones técnicas, el contrato y conocer los alcances del proyecto.

En el **capítulo 4**, se desarrolla el mapa de procesos de GyM, el contenido propiamente del PAC y los procedimientos de construcción, los cuales sin ser parte del PAC sirven para poder realizar los planes de inspección y pruebas con los cuales se puede realizar el control de calidad de dichas actividades.

En el **capítulo 5**, se desarrolla la Obra mecánica presentando los principales equipos fabricados y montados, así como las diferentes clases de tuberías montadas en este proyecto.

En el **capítulo 6**, se desarrolla las actividades principales de control en un proyecto electromecánico.

Quiero presentar un agradecimiento especial a mi asesor el Ingeniero Rubén Gómez Sánchez, quien con sus consejos hizo que pueda mejorar mis actividades en el área de control de calidad y gracias a su apoyo hizo posible que pudiera culminar el presente trabajo.

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1 ANTECEDENTES

A partir del año 1990 se notó un incremento en nuestro país de grandes proyectos en el sector minero, las empresas extranjeras vinieron con su Know How, tanto en los temas de seguridad como de calidad. Nuestras empresas dedicadas a la construcción de estos proyectos no contaban con estos sistemas.

En los siguientes años las empresas nacionales tomaron en cuenta que para poder competir con las demás empresas del sector y ser considerados socios potenciales de estas empresas extranjeras que venían a hacer los proyectos tipos EPC (Ingeniería, procura y construcción), y buscaban socios en nuestro país sobre todo para la construcción empezaron a desarrollar sus sistemas de gestión de calidad y de seguridad, unas antes que otras, luego vendría el desarrollo en sistemas de Medio Ambiente para llegar a la actualidad con la Responsabilidad Social; todos estos sistemas de gran importancia para las empresas dedicadas al sector de construcción se han venido desarrollando en estos años, debido a que las empresas de este sector han comprendido que para poder ser competitivos necesitaban desarrollar un sistema de

calidad que pueda ser presentado para las licitaciones y posteriormente sea implementado durante la ejecución de los proyectos.

El proyecto de la Planta de Acido Sulfúrico N°2 (PAN 2) nace como una consecuencia del cumplimiento del PAMA (Programa de Adecuación y Manejo Ambiental), compromiso suscrito entre el Gobierno Peruano y SPCC (Southern Peru Copper Corporation) el 31 de enero de 1,997, con la finalidad de bajar la contaminación del medio ambiente en la ciudad de Ilo.

Para lograr esta reducción SPCC ha tenido que realizar el Proyecto de Modernización de la Fundición en la ciudad de Ilo.

Con la modernización de la Fundición SPCC ha incrementado la captura de azufre del 33% a un parámetro superior al 92% establecido por el PAMA,

SPCC contrató a Fluor-Xstrata para que sea la Empresa Supervisora de los diferentes contratos, así mismo realizó contratos con otras empresas dándoles el trabajo llave en mano, como fueron los entregados a Air Products (Planta de Oxígeno N°2), y a KPSA (Planta de Acido Sulfúrico N°2).

El tipo de contrato Llave en mano, quiere decir que estas empresas entregaron a SPCC los respectivos proyectos funcionando, es decir, se encargaron de la Ingeniería, Procura, Montaje y puesta en marcha de las respectivas Plantas, bajo las condiciones de diseño del proyecto original.

En este conjunto de obras destaca una en particular concebida para el tratamiento del azufre y obtención de ácido sulfúrico, que, es la Planta de Acido Sulfúrico N°2 con una capacidad de producción de 750 mil toneladas de ácido al año cuya Ingeniería fue encargada a Aker Kvaerner – Chemetics, esta empresa formó la razón social de KPSA (Kvaerner del Perú S.A), encargada del Montaje de la Planta de Acido Sulfúrico N°2 y de la Planta de Efluentes N°2, las mismas que fueron otorgadas a GyM . en calidad de Sub-Contrato.

GyM ha participado en el Proyecto de la Modernización de la Fundición en varios proyectos como son la Planta de Oxígeno N°2, obras dentro de la fundición conformando el Consorcio Ilo y la Planta de Acido N°2, sobre la cual trata este informe.

GyM firmó un contrato con Kvaerner Metals para realizar la construcción de la Planta de Acido Sulfúrico N° 2 de Southern Perú Copper Corporation (SPCC). Ubicada en la ciudad de Ilo Departamento de Moquegua. Según contrato 03H0-7250

1.2 OBJETIVOS

Los principales objetivos de este informe son los siguientes:

1. Presentar un modelo de cómo preparar un Plan de Aseguramiento y Control de Calidad (PAC) para proyectos electromecánicos, si se siguen las pautas presentadas en este informe cualquier proyecto de construcción electromecánico podrá hacer un PAC que le servirá para llevar un buen control de calidad de su respectivo proyecto.

2. Tener un modelo de PAC para GyM empresa en la cual laboro alrededor de 15 años, 12 de los cuales dedicados al área de calidad, y con estos nuevos aportes presentados se está usando como guía para la elaboración de los nuevos PAC's en los diversos proyectos electromecánicos.
3. Considero que este trabajo puede ser útil como base de un curso a nivel superior sobre elaboración de PAC's para proyectos civiles electromecánicos.
4. Espero también usar este trabajo como base para preparar un libro sobre PAC's
5. Confío con la presentación de este trabajo, obtener el título de Ingeniero Mecánico.

1.3 ALCANCE

El presente informe trata sobre una parte del sistema de gestión de calidad (SGC) de GyM, empresa dedicada a la construcción, de manera específica sobre el Plan de Aseguramiento y Control de Calidad de un proyecto de la División Electromecánica. GyM tiene un sistema de gestión de calidad en base a la norma ISO 9001-2000, actualmente se ha actualizado con la norma ISO 9001-2008 el cual se encuentra en revisión por la Oficina Principal, si bien es cierto que GyM no está certificado, pero su SGC trata de usar de la mejor manera los procedimientos recomendados por la norma en los diferentes proyectos, se espera que la Alta Dirección de GyM en algún momento tomará la decisión estratégica de certificar su sistema de gestión de la calidad en la construcción de proyectos electromecánicos; sin embargo para cada proyecto se desarrolla un PAC específico, la finalidad de este

trabajo es mostrar justamente la elaboración, desarrollo y contenido del PAC aplicado en el proyecto Planta de Acido Sulfúrico N° 2, obra realizada en la ciudad de Ilo, departamento de Moquegua para la empresa SPCC Southern Peru Copper Corporation

El contrato contempla los trabajos de excavaciones y rellenos, la construcción de todas las bases de concreto para los equipos, así como el montaje de Estructuras, Equipos, Tuberías (fabricación de spools y montaje), Ductos, Tanques (fabricación y montaje), Instalación Eléctrica e Instrumentación; así como el suministro de: Mano de Obra, Consumibles, Supervisión, Equipos y Herramientas a llevarse a cabo en un plazo de 18 meses.

2.1.1 Normas de Gestión de la Calidad

- **ISO 9001:2008 Sistemas de Gestión de la Calidad:** Requisitos (Especifica los requisitos del Sistemas de Gestión de la Calidad de la organización para demostrar su capacidad para satisfacer las necesidades de los clientes y los requerimientos regulatorios y legales).
- **ISO 9004:2000 Sistemas de Gestión de la Calidad:** Directrices para la mejora continua del desempeño.
- **ISO 9000:2005 Sistemas de Gestión de la Calidad:** Conceptos y vocabulario. (Describe los fundamentos y especifica la terminología a utilizar en los Sistemas de Gestión de la Calidad.).
- **ISO 19011:2002** Directrices para la auditoria medioambiental y de la calidad.

2.1.2 Principios de la Gestión de la Calidad

Se han identificado ocho principios de gestión de la calidad que pueden ser utilizados por la alta dirección con el fin de conducir a la organización hacia una mejora en el desempeño.

1. Enfoque al Cliente

Las Organizaciones dependen de sus clientes y por ello deben entender sus necesidades presentes y futuras, satisfacer sus requerimientos y esforzarse en exceder sus expectativas.

2. Liderazgo

Los líderes establecen la unidad de propósito y la orientación de la organización. Ellos deberían mantener un ambiente de trabajo en el cual el personal pueda llegar a involucrarse totalmente en el logro de los objetivos de la organización.

3. Participación del Personal

El personal en todos los niveles, es la esencia de una organización y su compromiso, participación e involucramiento total, hace posible que sus habilidades, conocimientos y destrezas se utilicen para beneficio de la organización.

4. Enfoque basado en procesos

Los resultados deseados se alcanzan más eficientemente cuando las actividades y recursos relacionados se gestionan como un proceso.

5. Enfoque de sistema para la gestión

Identificar, entender y gestionar los procesos interrelacionados como un sistema, contribuye a la eficacia y la eficiencia de la organización en el logro de sus objetivos.

6. Mejora continua

La mejora continua del desempeño global de la organización debería ser un objetivo permanente.

7. Enfoque basado en hechos para la toma de decisiones

Las decisiones eficaces se basan en el análisis de los datos y la información.

8. Relaciones mutuamente beneficiosas con el proveedor

Una organización y sus proveedores son interdependientes, y una relación mutuamente beneficiosa aumenta la capacidad de ambos para crear valor.

2.2 MARCO TEÓRICO PMBOK: 2004

2.2.1 La Gestión de la Calidad del Proyecto

Incluye lo siguiente:

- **Planificación de Calidad:** identificar qué normas de calidad son relevantes para el proyecto y determinando cómo satisfacerlas.
- **Realizar Aseguramiento de Calidad:** aplicar las actividades planificadas y sistemáticas relativas a la calidad, para asegurar que el proyecto utilice todos los procesos necesarios para cumplir con los requisitos.
- **Realizar Control de Calidad:** supervisar los resultados específicos del proyecto, para determinar si cumplen con las normas de calidad relevantes e identificar modos de eliminar las causas de un rendimiento insatisfactorio.

La gestión de calidad moderna complementa la dirección de proyectos.

Por ejemplo, ambas disciplinas reconocen la importancia de:

- **Satisfacción del cliente.** Entender, evaluar, definir y gestionar las expectativas, de modo que se cumplan los requisitos del cliente. Esto requiere una combinación de conformidad con los requisitos (el proyecto debe producir lo que dijo que produciría) y ser adecuado para su uso (el producto o servicio debe satisfacer las necesidades reales).

- **La prevención sobre la inspección.** El coste de prevenir errores es generalmente mucho menor que el coste de corregirlos cuando son detectados por una inspección.
- **Responsabilidad de la dirección.** El éxito requiere la participación de todos los miembros del equipo, pero proporcionar los recursos necesarios para lograr dicho éxito sigue siendo responsabilidad de la dirección.
- **Mejora continua.** El ciclo planear-hacer-verificar-actuar es la base para la mejora de la calidad.

Se planifican las actividades, estas se realizan, luego se verifica para determinar si se ha cumplido con lo planificado, con este resultado se toma acción y se repite el ciclo PHVA para ir mejorando e ir acortando la brecha entre lo planificado y lo realizado, si la brecha no existe, entonces se estandariza el proceso.



Figura 2-2. Ciclo PHVA

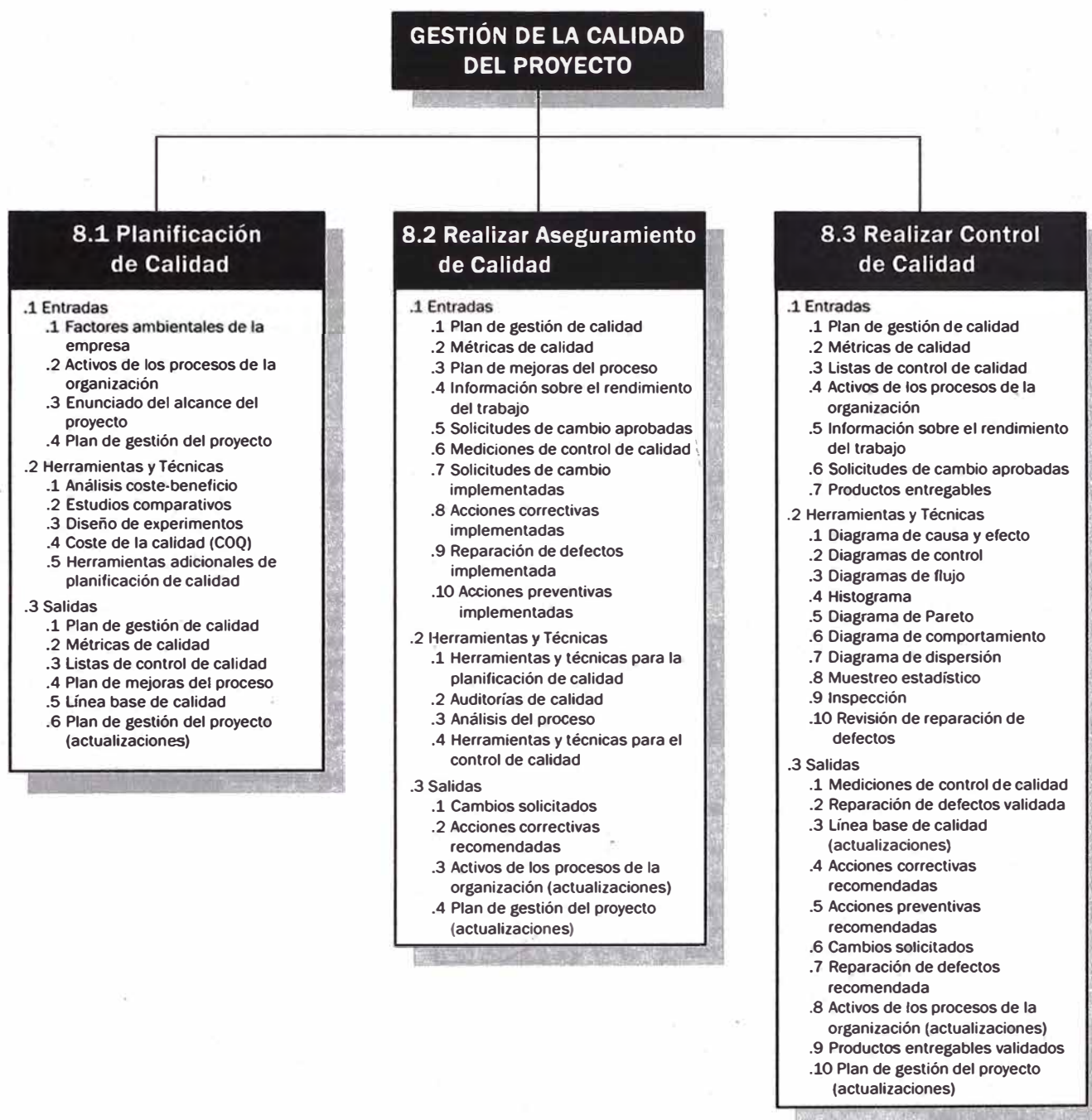


Figura 2-3. Descripción General de la Calidad del Proyecto

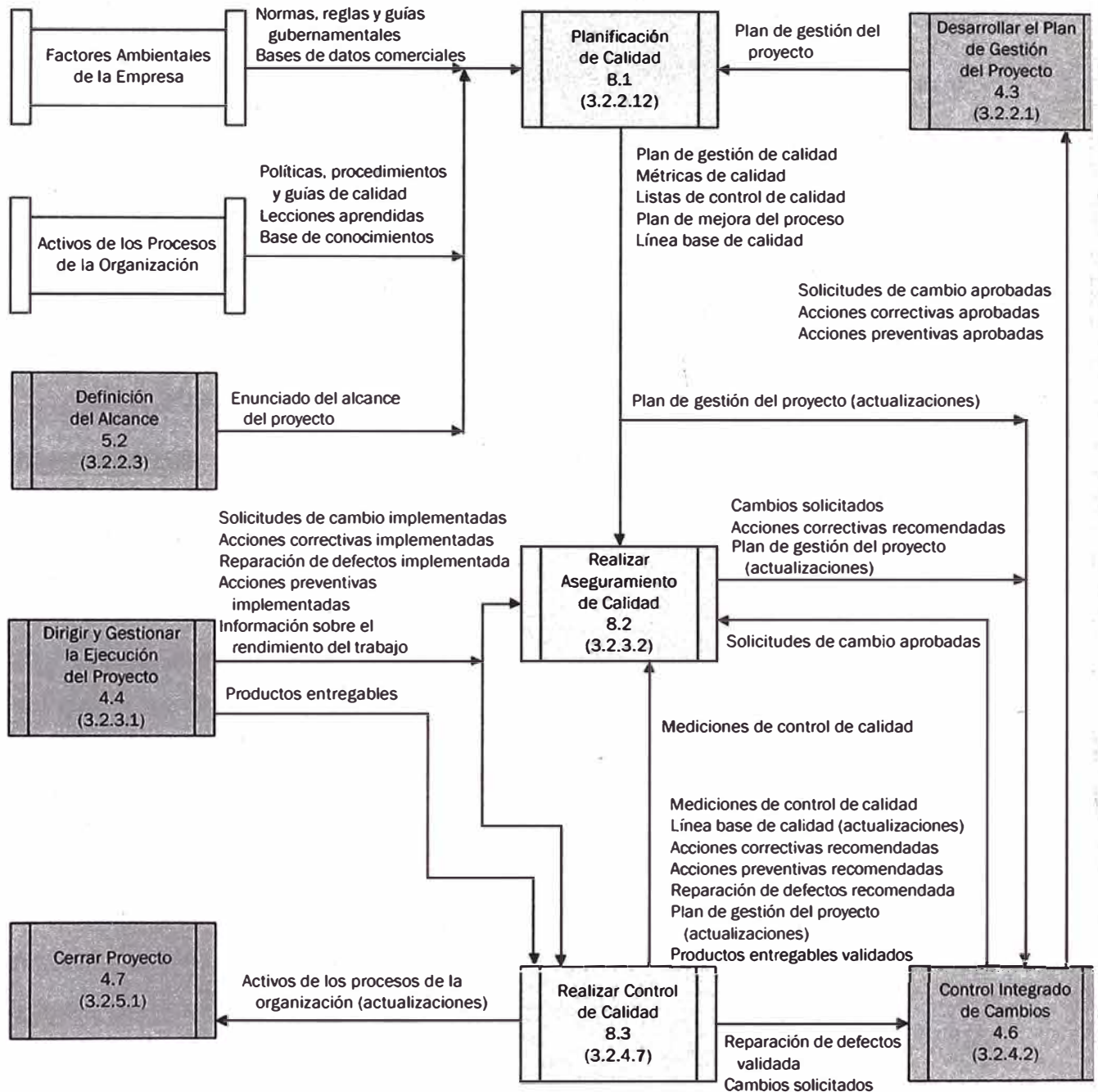


Figura 2-4. Diagrama de Flujo de Procesos de Gestión de la Calidad del Proyecto

Nota: No se muestran todas las interacciones ni todo el flujo de datos entre los procesos.

2.3. RELACION DEL PAC CON LA NORMA ISO 9001:2008 Y EL PMBOK: 2004

Las actividades de gestión realizadas antes y durante la ejecución del proyecto mostradas en el capítulo 3, así como las actividades mostradas en el capítulo 4, procesos, desarrollo y contenido del PAC, al igual que las actividades de control durante la ejecución del proyecto indicadas en el capítulo 6 se presentan en la siguiente tabla haciéndolas corresponder a puntos indicados en la norma ISO 9001:2008, así como a lo indicado por el PMBOK:2004.

Esta tabla demuestra que el PAC presentado guarda una relación muy importante con lo que recomiendan estas normas internacionales sobre el aseguramiento y control de calidad de los proyectos.

Tabla 2-1. Relación del PAC con la Norma ISO 9001:2008 y el PMBOK-2004

RELACION DEL PAC CON LA NORMA ISO 9001 Y EL PMBOK			
Actividades del PAC		ISO 9001- 2008	PMBOK-2004
3. Actividades de gestión antes y durante la ejecución del proyecto	3.1 Revisar el PAC de la propuesta y elaborar una nueva revisión	5.3 Política de la Calidad 5.4 Planificación 5.4.2 Cumplir Requisitos del SGC y Objetivos de la Calidad 7.1 Planificación del Producto 7.2 Procesos relacionados con el Cliente	5.1 Planificación del Alcance 6.1.1.1 Plan de Gestión del Proyecto 8.2.3.4 Actualizaciones
	3.2 Revisar las especificaciones técnicas (ET)	7.1 Planificación del Producto 7.2 Procesos relacionados con el Cliente 7.2.1 Determinación de los requisitos relacionados con el producto 7.2.2 Revisión de los requisitos relacionados con el producto	8.1 Planificación de la Calidad
	3.3 Revisar el Contrato	7.2 Procesos relacionados con el Cliente 7.2.1 Determinación de los requisitos relacionados con el producto 7.2.2 Revisión de los requisitos relacionados con el producto	5.1 Planificación del Alcance 5.4 Verificación del Alcance
	3.4 Alcances		
	3.5 Cronograma QA/QC	5.4 Planificación 7.1 Planificación de la realización del producto	6.0 Gestión del tiempo del proyecto 6.1 Definición de las actividades 6.2 Establecimiento de la secuencia de actividades 6.3 Estimación de recursos de las actividades 6.4 Estimación de la duración de las actividades 6.5 Desarrollo del cronograma 6.6 Control del cronograma
	3.6 Coordinaciones con el QA del Cliente	5.2 enfoque al cliente 7.2.3 Comunicación con el cliente	10.1 Planificación de las Comunicaciones
	3.7 Coordinaciones internas GyM	5.5.3 Comunicación interna	10.1 Planificación de las Comunicaciones
4. Procesos, Desarrollo y Contenido del PAC	4.1 Mapa de Procesos	0.2 Enfoque basado en procesos	3.0 Procesos de dirección de proyectos para un proyecto
	4.2 Desarrollo del PAC	4. Sistema de Gestión de la Calidad 4.2.2 Manual de la calidad	8.1 Planificación de la Calidad
	4.3 Contenido del PAC	5. Responsabilidad de la dirección 6. Gestión de los recursos 7. Realización del producto 8. Medición, análisis y mejora	8.2 Realizar Aseguramiento de la Calidad 8.3 Realizar Control de Calidad
	4.3.2 Procedimientos de Gestión (PG)	5.4.2 Cumplir Requisitos del SGC y Objetivos de la Calidad	8.2 Realizar Aseguramiento de la Calidad
	PG.01 Control de los Documentos	4.2.3 Control de los Documentos	8.2 Realizar Aseguramiento de la Calidad
	PG.02 Control de los Registros de Calidad	4.2.4 Control de los Registros	8.2 Realizar Aseguramiento de la Calidad
	PG.03 Control del Producto No Conforme	8.3 Control del Producto No Conforme	8.2 Realizar Aseguramiento de la Calidad
	PG.04 Acciones Correctivas y Preventivas	8.5.2 Acción Correctiva 8.5.3 Acción Preventiva	8.2 Realizar Aseguramiento de la Calidad
	PG.05 Auditorías Internas de Control de Calidad	8.2.2 Auditoría Interna	8.2 Realizar Aseguramiento de la Calidad
	PG.06 Control de los productos suministrados por el cliente	7.5.4 Propiedad del cliente 7.5.5 Preservación del producto	8.2 Realizar aseguramiento de la calidad
	PG.07 Calibración de equipos	7.6 Control de los equipos de seguimiento y medición	8.2 Realizar aseguramiento de la calidad
	PG.08 Mejora de Competencias	6.2.2 Competencia, formación y toma de conciencia	9.1 Planificación de los recursos humanos
	4.3. Procedimientos de Control de Calidad (PC)	8.1 Planificación de la Medición, Análisis y Mejora 8.2.3 Seguimiento y medición de los procesos 7.1 Planificación del Producto 7.2 Procesos relacionados con los Clientes	8.3 Realizar Control de Calidad
6. Actividades de control	6.1 Desarrollo de ITP (Inspection Test Plan) Plan de Inspección y/o Ensayos	7.1 Planificación del Producto 8.2.3 Seguimiento y medición de los procesos	8.3 Realizar Control de Calidad 8.2 Realizar Aseguramiento de la Calidad
	6.2 Controles	7.1 Planificación del Producto 8.2.3 Seguimiento y medición de los procesos	8.3 Realizar Control de Calidad 8.2 Realizar Aseguramiento de la Calidad Listas de control de calidad

CAPITULO III

ACTIVIDADES DE GESTION ANTES Y DURANTE LA EJECUCION DEL PROYECTO

En la etapa previa y durante la ejecución del proyecto se debe realizar la Planificación de la Calidad a cargo de la persona que será el responsable del área de aseguramiento y control de calidad del proyecto, esto en la medida que sea posible, puesto que permitirá que los cambios en la documentación presentada inicialmente sean menores o más fáciles de realizar al no haber cambio de personal.

Durante la ejecución de la obra, se tiene que implementar el PAC, para asegurar el cumplimiento de los requisitos del cliente.

Después de culminado el proyecto la empresa deberá estar atenta a posibles reclamos o no conformidades detectadas en la etapa de operaciones que puedan ser de responsabilidad de GyM como empresa constructora.

3.1 REVISAR EL PAC DE LA PROPUESTA Y ELABORAR UNA NUEVA REVISIÓN

Es necesario realizar una nueva revisión del PAC, sobre todo si este ha sido presentado a través de la Oficina Principal y el responsable de QA/QC de la obra no ha participado en la elaboración del mismo.

En la nueva revisión se deberán colocar solamente los Procedimientos aplicables al presente proyecto y que se puedan cumplir en el desarrollo del mismo.

No se deben incluir Procedimientos de Gestión que no se llevan el control, pues no hay manera de demostrarlo y ante una auditoria se originarían No Conformidades al Sistema de Calidad aplicado. Se debe hacer referencia en el PAC a las especificaciones técnicas del Cliente, y en los procedimientos de Construcción se deben tomar nota de los ensayos, tolerancias y límites mostrados en las especificaciones técnicas.

Después, de elaborar la nueva revisión es aprobada inicialmente por el Gerente de Proyecto, luego se solicita la aprobación del Cliente (KPSA) para poder implementar el PAC.

En el transcurso del proyecto, de ser necesario se repetirá el ciclo, cuando se considere oportuno modificar el PAC, generándose una nueva revisión de este documento.

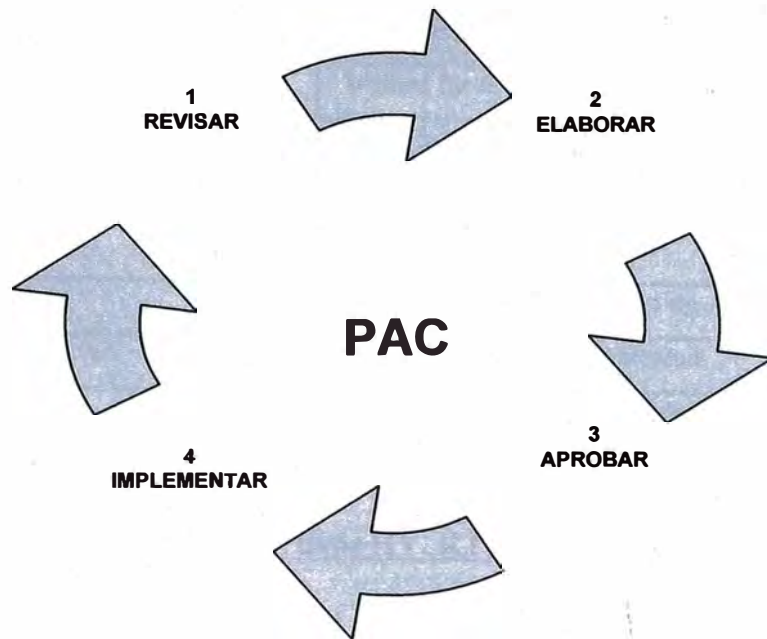


Figura 3-1. Ciclo del PAC

3.2 REVISAR LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS (ET)

Revisar las ET permite saber:

3.2.1 Códigos o Normas de Referencia

Tabla 3.1 Códigos - Normas

CODIGOS - NORMAS	
ASME Section IX - 2004	Boiler and Pressure Vessel Code
ASME Section VIII DIV. 1 - 1998	Rules for Construction of Pressure Vessels
ASME Section V - 2000	Non Destructive Examination
ASME Sections IIC - 2000	Specification for Welding Rods
ASME B31.3 - 2002	Process Piping
AWS D1.1 - 2004	Structural Welding Code - Reinforcing Steel
SSPC - 1989	Steel Structures Painting Council
ASN-TC 1A - 1996	The American Society for Nondestructive Testing

CODIGOS - NORMAS	
API 650 - 2003	Welded Steel Tanks for Oil Storage
ASTM	American Society for Testing and Materials
AISC - 1994	American Institute of Steel Construction
ACI	American Concret Institute
NETA	InterNational Electrical Testing Association
CNE - 2001	Código Nacional de Electricidad
RNE	Reglamento Nacional de Edificaciones

3.2.2 Ensayos No Destructivos (IV, RT, TP)

Se hicieron los END de acuerdo a las especificaciones técnicas tanto para equipos como para tuberías, aplicando los códigos respectivos. Para las tuberías se aplicó el ASME B31.3, en tanto que para la fabricación de recipientes se aplicó el ASME Sección VIII Div. 1.

3.2.3 Tolerancias de construcción.

Tabla 3-2. Tolerancias de Construcción

TOLERANCIAS DE CONSTRUCCION		
ELEMENTO	TOLERANCIA	NORMA
Verticalidad en estructuras	1/500	Steel Construction
Redondez y verticalidad en recipientes	0.2%	Especificaciones Técnicas
Equipos rotativos	0.002" / 0.05 cm	Manual de los fabricantes

3.2.4 Pruebas y/o ensayos aplicables

Tabla 3-3. Pruebas y/o Ensayos

PRUEBAS Y/O ENSAYOS		
TIPO DE ENSAYO	PROBETA / COSTURA	MOTIVO
Compresión	Concreto	Cumplir ET
Compresión	Grout	Cumplir ET
Dobleza	HDPE	Calificar BPS
Tracción	HDPE	Calificar BPS
Dobleza	Acero CS, SS	WPS, PQR, WPQ
Tracción	Acero CS, SS	WPS, PQR
Radiografía	Acero CS, SS	WPQ, Cumplir ET
Tintes penetrantes	Acero CS, SS	Cumplir ET

3.2.5 Materiales base de equipos y tuberías

Es importante conocer los materiales base de los equipos y tuberías de acero a fabricar, lo que permite definir los procesos de soldadura con los materiales de aporte o electrodos correspondientes, luego se preparan los WPS y se harán los PQR correspondientes para dar inicio a la calificación de soldadores.

3.2.6 Procesos de soldadura recomendados

- **GTAW (Gas Tungsten Arc Welding)**, Proceso TIG, para acero al carbono y acero inoxidable y combinación entre acero al carbono y acero inoxidable.

Se usó en fabricación de tanques (316L) y tuberías (A53, 304L, 316L, SARAMET 23, SARAMET 35), en el caso de tuberías de acero al carbono para diámetros menores o iguales a 3”.

- **SMAW (Shield Metal Arc Welding)**, Proceso Arco Eléctrico para acero al carbono, acero inoxidable y combinación entre acero al carbono y acero inoxidable.

Se usó en fabricación de Tanques, Ductos (A-36, A516 Gr.70, A516 Gr70/316L, A516 Gr70/304H) y Tuberías (A-53, SARAMET 23, SARAMET 35).

- **GMAW (Gas Metal Arc Welding)**

Se usó en fabricación de tanques de acero al carbono A516 Gr. 70

- **FCAW (Flux Core Arc Welding)**

Se usó en fabricación de tanques de acero inoxidable 304H

Tabla 3-4 Procesos de Soldadura, WPS, PQR

WPS & PQR					
PROCESO	WPS	ELECTRODO/MATERIAL DE APORTE	PQR	EQUIPO	JUNTA
FCAW	GyMTB6-12Q	E308HT1-1	GyMTB6-12V-80AR-20CO2	Converter	A tope
	GyMTB-6HV				
	GyMTB-12U			Converter, Ductos	Filete
	GyMTF-12				
GMAW Spray	WPS-GyM-GMAW-SP-25DV	ER70S-6	PQR-GyM-GMAW-SP-B-25U	Torres de Acido	A tope
GMAW Corto Circuito	GyMB-15U	ER70S-6	PQR-GMAW-SC-15DV	Torres de Acido	A tope
	GyMGMAWB6-12V-Q		PQR GyMGMAWB6-12V (Rev.1)		
	GyMTF-12P		PQR GyMGMAWB6-12P (80%Ar-20%CO2)	Torres de Acido, Ductos	Filete
	GyMGMAWB6-12P			A tope	
GTAW SS	WPS-GyM-GTAW11	ER 316L	PQR-GyM-GTAW11	Ø 1" - ilimitado	A tope
	WPS-GyM-GTAW12			Ø 1" - 27/8"	
	02		AH-PQR-GyM-002	Sched 10 SS	Filete
	04			Filete SS	
SMAW	WPS-01	E6011, E7018	AH-PQR-GyM-001	Stack, Tuberías	A tope
	WPS-03				Filete
	WPS-05			E-7018	AH-PQR-GyM-007
	WPS-07				
	WPS-08				
	WPS-09				
GTAW CS	CI-WPS N° 006	ER70S-6	CI-PQR-003	Ø 1" - ilimitado	A tope
SMAW CS/SS	GyMSAMAWB6-12V-IncoweldA	EXSA 521 (IncoweldA)	PQR GyM SAMAWB6-12V-IncoweldA	304H / A516 Gr.70	A tope
SMAW SS/SS	WPS-14	E-308H	L4-407-97	304H / 304H	A tope / Filete
	WPS-15	E-316L		316L / 316L	
	WPS: GyM-06	E-308L		304L / 304L	Filete

3.2.7 Electrodos o materiales de aporte aplicables

Tabla 3-5. Electrodos / Material de Aporte

ELECTRODOS / MATERIAL DE APORTE				
Electrodos	Material de Aporte	Diámetros	Material Base	Observaciones
E6011	N/A	1/8", 5/32"	Acero al carbono	N/A
E7018	N/A	1/8", 5/32"	Acero al carbono	N/A
E308H	N/A	1/8"	Acero inoxidable A240 tipo 304H	N/A
Incoweld A	N/A	N/A	Acero al carbono con acero inoxidable 304H	N/A
E309L	N/A	1/8"	Acero al carbono con acero inoxidable	N/A
N/A	ER-316L	3/32", 1/8"	Acero inoxidable 304L y 316L	N/A
N/A	ER-308H	1.2 mm, 1.6 mm	Acero inoxidable A240 tipo 304H	Alambre tubular
N/A	ER-70S6	1.0 mm	Acero al carbono	Alambre sólido
N/A	ER-70S6	3/32", 1/8"	Acero al carbono	N/A
Saramet 23	Saramet 23	N/A	Acero inoxidable Saramet 23	N/A
Saramet 35	Saramet 35	N/A	Acero inoxidable Saramet 35	N/A

3.2.8 Pintura, color y fabricante recomendado

Fabricante: Ameron

Color de acuerdo a RAL indicado

En el proyecto se usó Pintura Ameron, suministrado por CPPQ (Corporación Peruana de Productos Químicos).

Tabla 3-6. Colores de tuberías

COLORES DE TUBERIAS		
PROCESO	COLOR	RAL
Potable Water	Green	6016
Treated Water	Green	6016
Fire Protection Water	Red	3002
Neutralized Effluent	Green	6016
Plant Air	Light Blue	5012
Instrument Air	Light Blue	5012
Milk of Lime	Light Blue	5012
Effluent	Yellow	1018
H ₂ SO ₄	Yellow	1018
H ₂ SO ₄ Drain	Yellow	1018
Effluent Vent	Yellow	1018
Ferric Sulphate Solution	Yellow	1018
Flocculent	Yellow	1018 Black – RAL 9017
Waste Acid Effluent	Yellow	1018 Black

3.2.9 Grout tipo y fabricante recomendado

Tabla 3-7. Tipos de Grout

TIPOS DE GROUT					
GROUT SUGERIDO			GROUT UTILIZADO		
TIPO	FABRICANTE	PRODUCTO	TIPO	FABRICANTE	PRODUCTO
Cementicio	Master Builders Inc.	Masterflow 928	Cementicio	Sika Perú S.A.	Sikagrout 212
			Cementicio	Química Suiza	NS Grout
			Cementicio	Química Suiza	Dry Pack Grout
Epóxico		Embeco 885 /Ceilcote 648 CP Plus	Epóxico	Química Suiza	E ³ G
			Epóxico	Sika Perú S.A.	Sikadur pack 42

3.2.10 Equipos de Inspección, medición y ensayo

Tabla 3-8. Equipos de inspección, medición y ensayo

EQUIPOS DE INSPECCION, MEDICION Y ENSAYO		
Disciplina Civil	Disciplina Mecánica	Disciplina Eléctrica
Prensa, para rotura de probetas	Equipo de Radiografía	Multitester
Planta de Concreto	Bridge Cam, galga para soldadura	Megóhmetro
Balanzas, para laboratorio de concreto	Manómetros	Telurómetro
Termómetro	Termómetros	Amperímetro
Medidor de Aire	Torquímetros	Luxímetro
Estación Total*	Niveles de Precisión	Soun Level Meter
Teodolito*	Equipo de Rayos Láser	*
Nivel Optico*	Relojes Comparadores	
	*	

3.3 REVISAR EL CONTRATO

Se hace necesario conocer los términos y alcances del contrato, es decir conocer hasta donde contempla la ejecución de la obra, existen actividades como son las de pre-comissioning y comissioning que en algunos proyectos no aplican a la parte constructiva, como es el caso de esta obra.

El alcance del proyecto fue hasta el Mechanical Completion, que es la terminación física del montaje de equipos y tuberías con los ensayos indicados en las especificaciones técnicas, pero no incluyó pruebas de operación por sistemas, las cuales estuvieron incluidas dentro de la etapa del pre-comissioning y comissioning a cargo de Chemetics, GyM suministró el personal de apoyo para estas actividades.

3.4 REVISAR LOS ALCANCES

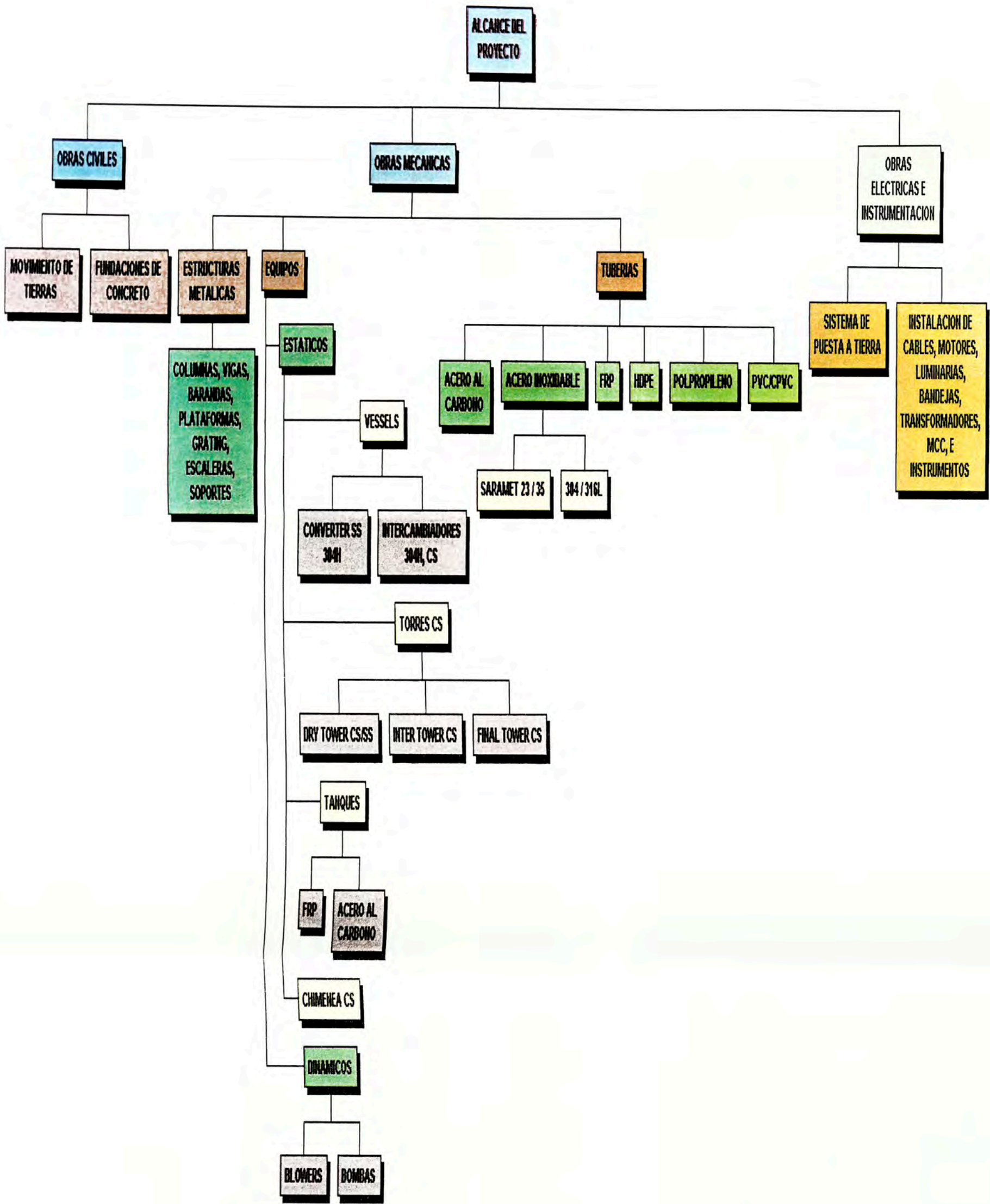


Figura 3-2. Alcance del Proyecto

3.4.1 Obras Civiles

- Excavaciones
- Rellenos
- Compactaciones (Los ensayos de compactación fueron realizados por un técnico de la Región Moquegua y estuvieron controlados directamente por QA KPSA)
- Fundaciones de Concreto (Armadura de Fierro, Encofrados, Insertos, Pernos de Anclaje, Vaciado de Concreto, Probetas).

3.4.2 Obras Mecánicas

- Instalación de Estructuras
- Instalación de Equipos (ESP's (Filtros Electrostáticos), Bombas, Filtro, Intercambiadores, Blowers)
- Alineamiento Axial y Radial de Equipos Rotativos.
- Instalación de Tanques de FRP (Fiber Reinforced Plastic)
- Instalación de chimenea de acero al carbono
- Fabricación de Equipos y Tanques de acero al carbono e inoxidable
- Fabricación, Instalación y Pruebas Hidrostáticas de Tuberías de acero al carbono, inoxidable (316L, Saramet 23, Saramet 35), FRP, HDPE, Polipropileno
- Soldadura para equipos y tuberías
- Ensayos no Destructivos de Equipos y Tuberías
- Colocación de Grout Cementicio y/o epóxico en Estructuras y Equipos

- Torqueo de pernos de estructuras y bridas, así como de pernos de anclaje.
- Instalación de Ductos de acero al carbono, inoxidable y FRP
- Trabajos Internos de Recipientes, Packing y Catalizador
- Instalación de Ladrillos antiácido
- Aislamiento de Equipos, Ductos y Tuberías.
- Pintura de tuberías y tanques
- Touch –up (Retoques de pintura) en estructuras, recipientes y tuberías

3.4.3 Obras Eléctricas e Instrumentación

- Instalación de Equipos Eléctricos (MCC's (Motor Control Center), Transformadores, Tableros)
- Instalación de Luminarias)
- Instalación de Tuberías Conduit
- Instalación de Bandejas y Cables
- Instalación de Instrumentos
- Instalación de Sistema Puesta a Tierra (Malla y Pozos)
- Pruebas de Megado y continuidad a barras de MCC y Transformadores, a cables, motores e instrumentos

3.5 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES QC

Tomando como referencia el cronograma de obra, se preparó un cronograma paralelo para QA/QC, de esta manera se tuvo conocimiento de

actividades que competían al área de calidad, permitiendo planificar con tiempo los ensayos o recursos necesarios antes de la fecha de inicio de ciertas actividades.

Este cronograma de actividades estaba en función de los three week look ahead (Cronogramas de las áreas de construcción en base al cronograma general en donde se colocan las actividades más al detalle, así como se colocan las restricciones que impedirían la realización de estas actividades en un período de tres semanas) estos cronogramas de trabajo de las áreas de construcción permitieron una mejor planificación de las diversas actividades de control a realizar.

A pedido del cliente se presentaba un plan semanal de actividades de control de calidad.

También a solicitud del cliente se preparaba un reporte diario de las actividades de control de calidad del día siguiente y un reporte diario del monitoreo de estas actividades.

3.6 COORDINACIONES CON EL QA DEL CLIENTE

En estas reuniones se coordinaron entre otros los siguientes puntos:

3.6.1 Formatos a usar

- Se acordó inicialmente usar el formato que mejor aplique al control de las actividades, pudiendo ser de Kvaerner, Fluor/SPCC o de GyM.

- En caso no tener algún protocolo que se adapte al control de alguna actividad de construcción se generaría uno nuevo con el logo de KPSA/GyM.
- Es así que se creó un formato en forma conjunta para la Inspección de suelos incluyendo la actividad de “aprobado para vaciar el solado”.
- Luego vendría una contraorden de Vancouver (la oficina principal de KPSA) por medio de la cual sólo se debían usar formatos de KPSA y ya no de Fluor/SPCC ni de GyM.
- Sin embargo ha habido excepciones, como son para Topografía, lubricación de equipos, soldadura cadweld, giro de equipos rotativos, y Lubricación de equipos, formatos que carecía KPSA y han tenido que usarse los de GyM.

3.6.2 Entrega de documentos de la calidad.

- Se acordó hacer entrega semanal de todos los documentos de calidad obtenidos durante la semana, para nuestro caso se hizo entrega los días Martes la documentación generada de Martes a Lunes.
- Esta entrega se ha realizado a través de un transmittal PG.02-F3
En el transmittal se coloca el código del protocolo, la descripción del mismo con la numeración de los protocolos entregados en cada fecha.
- La documentación que se entrega son fotocopias, GyM custodia los originales hasta el final del Proyecto, o hasta que lo solicite KPSA

3.6.3 Frecuencia y duración de reuniones para ver los temas de calidad

- Se realizaban dos reuniones semanales de 01 hora en promedio, en la primera se veía los procesos de construcción del proyecto para prever lo necesario y minimizar las No Conformidades, en la siguiente se revisaba el avance del Dossier. Así mismo se podía hacer coordinaciones en cualquier momento si el caso lo ameritaba.

3.7 COORDINACIONES INTERNAS GYM

- Las coordinaciones con los jefes de área no están sujetas a citas previas, se hace en el momento que una de las partes lo considere conveniente para tratar el tema de algunas actividades que tienen que ver con la calidad de la construcción.
- Cuando se presentaba alguna observación en el campo, la acción era inmediata se detenía el trabajo indicando al trabajador que dicha actividad no se está haciendo de manera correcta, se coordinaba con su supervisor para que ordene hacer la corrección de la actividad observada,
- Las observaciones sobre calidad, que se realizaban en el campo se hacían de conocimiento de los Responsables de área para que tomen las acciones correctivas y preventivas aplicables.
- Los errores detectados durante la construcción eran difundidas como parte de las “lecciones aprendidas” para minimiza la recurrencia de los mismo errores (Ejs, hornos desenchufados con electrodos E7018 fríos, corte de material base en fabricación de tanques).

- También se realizaba una reunión semanal con todas las áreas de GyM, en la que cada área explicaba lo concerniente a sus respectivas especialidades, así mismo se coordinaban los diferentes apoyos necesarios entre áreas, se trataban temas relacionados al proyecto y se designaba al responsable del levantamiento o seguimiento de determinadas actividades, esto quedaba registrado en la minuta de reunión semanal.
- En este proyecto QA/QC de GyM también participaba de las reuniones semanales de Contrato, que son las que se realizaban entre los responsables de GyM con los responsables de KPSA, estas reuniones se llevaban los días sábado y tenían una duración en promedio de (02) horas.

En estas reuniones se tocaban temas de seguridad, calidad, avances, reclamos, y otros temas relacionados al proyecto.

CAPITULO IV

PROCESOS, DESARROLLO Y CONTENIDO DEL PAC

4.1 MAPA DE PROCESOS

En el siguiente mapa de procesos se muestran los procesos de la calidad: Planeamiento, Aseguramiento y Control relacionados con los procesos de Gestión, de Apoyo y Clave respectivamente.

Para representar los procesos de la calidad como procesos de gestión, claves y de apoyo, una mejor manera es considerando el planeamiento como el conjunto de procesos de gestión, el aseguramiento conformado por los procesos de apoyo y como procesos claves al control de calidad.

El resultado de la integración de estos procesos (Fig.4-1.)dan como resultado el Plan de Aseguramiento y Control de Calidad (PAC) de un proyecto de construcción electromecánico, el cual puede ser aplicable a otros proyectos retirando o incrementado alguno de los procesos.

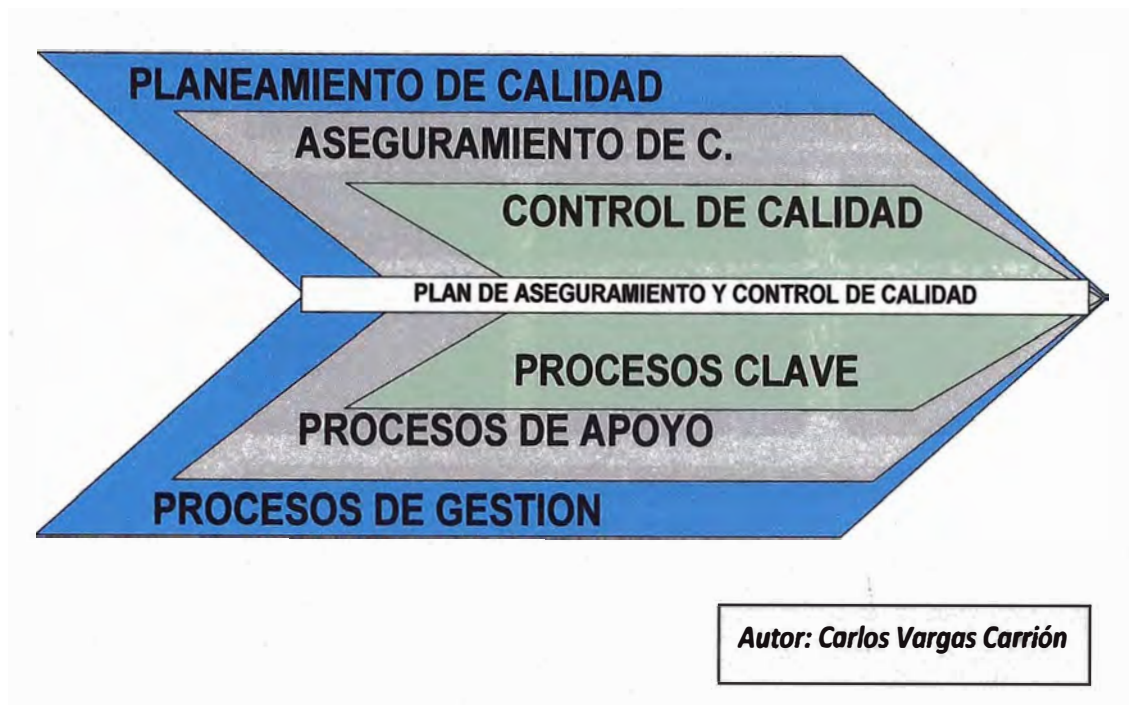


Figura 4-1. Procesos de la Calidad

El Plan de Aseguramiento y Control de Calidad (PAC), viene a ser el documento que integra los diferentes procesos de la calidad pasando por los procesos de planeamiento, aseguramiento y control de la calidad vistos en el mapa de procesos (Fig.4-2.).

Si se logra gestionar y controlar los procesos indicados se estará asegurando la implementación de un PAC eficaz y eficiente

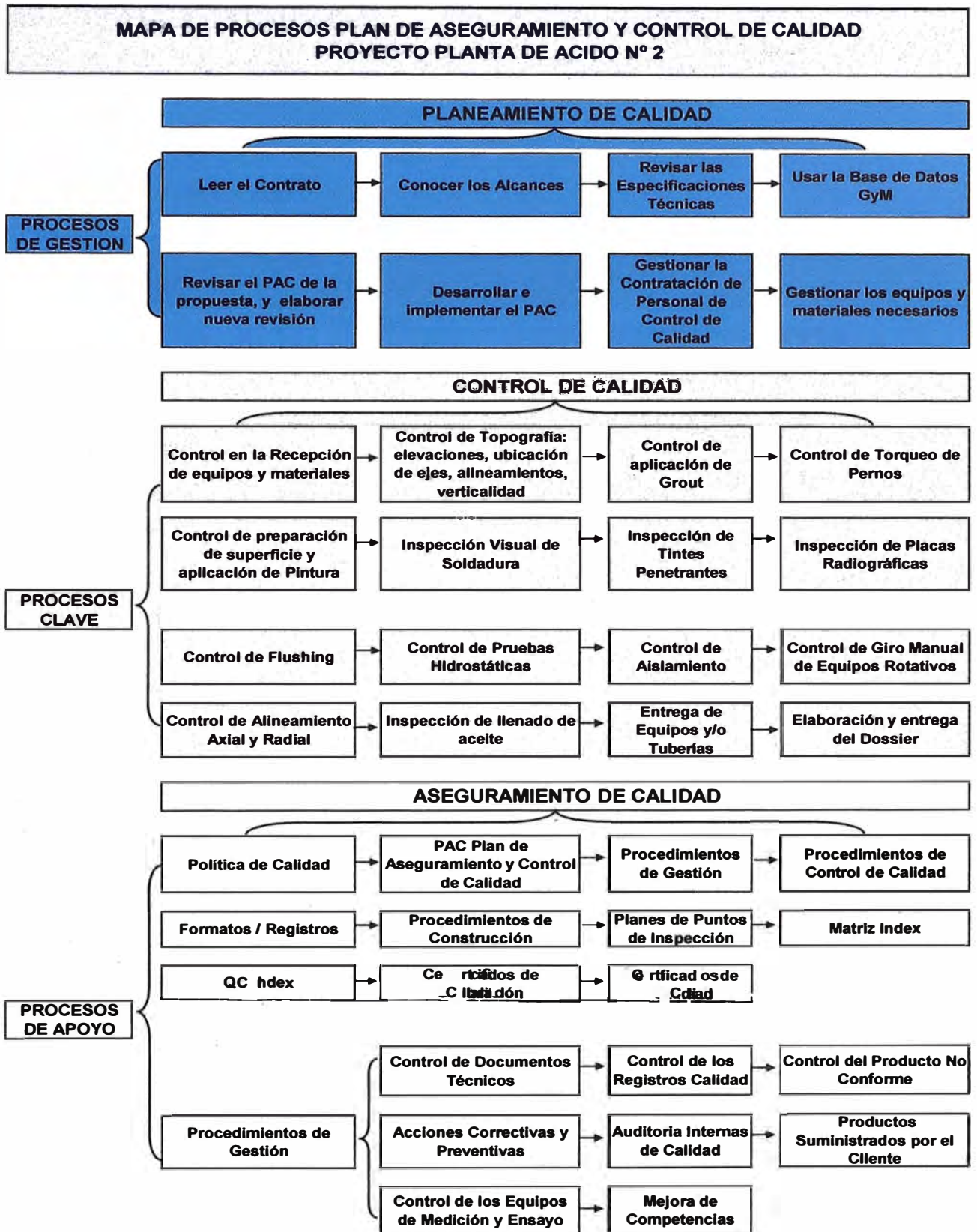


Figura 4-2. Mapa de Procesos

4.2 DESARROLLO DEL PAC

Tabla 4-1. Esquema de Desarrollo del Plan de Aseguramiento y Control de la Calidad

Desarrollo del Plan de Aseguramiento y Control de la Calidad		
PROCESO	ENTRADAS	SALIDAS
Planificación de la Calidad	<ul style="list-style-type: none"> • Contrato • Alcances • Especificaciones Técnicas 	<ul style="list-style-type: none"> • Determinar las Normas aplicables • Determinar los rangos de tolerancias aplicables, en las diferentes disciplinas.
Aseguramiento de la Calidad	<ul style="list-style-type: none"> • Procedimientos de Gestión (PG) 	<ul style="list-style-type: none"> • Difusión de la Política de la Calidad • Difusión e Implementación de los PG
	<ul style="list-style-type: none"> • Procedimientos de Control de Calidad (PC) 	<ul style="list-style-type: none"> • Difusión de los Procedimientos de Control de Calidad. • Difusión de los Registros a ser usados
	<ul style="list-style-type: none"> • Procedimientos de Construcción (PdC) 	<ul style="list-style-type: none"> • Difusión de los Procedimientos de Construcción. • Difusión de los Planes de Puntos de Inspección (PPI).
	<ul style="list-style-type: none"> • Auditorías Internas de Calidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Implementación de las Auditorías Internas de Calidad, en coordinación con el Area de Control de Calidad de la (Oficina Principal) OP
	<ul style="list-style-type: none"> • Archivos electrónicos 	<ul style="list-style-type: none"> • Matrix Index • QC Index • Archivo de cada tipo de protocolos en orden ascendente • Archivo de Certificados de Calibración • Archivos de Certificados de Calidad • Preparación del Dossier • Archivo de NCR's
Control de Calidad	<ul style="list-style-type: none"> • Control de calidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Preparar los protocolos para la inspección, verificación y validación de datos • Preparar cronograma de actividades de control de calidad, en base al programa de construcción. • Verificar que las actividades de construcción se realicen cumpliendo las Especificaciones Técnicas. • Presenciar las pruebas o ensayos realizados. • Mantener archivos electrónicos actualizados • Mantener ordenado y actualizado el Dossier
	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación de la calidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de resultados • Resultados de Rotura de probetas de concreto y de grout • Resultados de placas radiográficas • Reportes de ocurrencias en la construcción • Resultados de auditorias

4.3 CONTENIDO DEL PAC

El plan fue diseñado para controlar todas las actividades que afectan la calidad de los suministros y servicios, así como también asegurar la conformidad de los requerimientos que partieron del contrato con el cliente.

Este documento tuvo el propósito de presentar la Política de Calidad y describir el Sistema de Calidad aplicable a la Planta de Acido N°2, teniendo como base el Manual de Gestión de Calidad de GyM. SGC.MGC-01, para ser usado en los Proyectos de Construcción Electromecánicos, incluyendo la realización de excavaciones, rellenos y compactación, fundaciones de concreto, montaje de estructuras y tuberías, instalación de equipos estáticos y rotativos, pintura, aislamiento, instalación de equipos eléctricos e instrumentos, ofreciendo un alto nivel de confianza a nuestro cliente, con el logro de una instalación de alta calidad cumpliendo las especificaciones técnicas de KPSA, planos aprobados para construcción y Normas Nacionales e Internacionales aplicables.

El plan se revisó al inicio del proyecto y luego debido a sugerencias del cliente, para una mejor aplicación.

El Área de Control de Calidad estableció e implementó Procedimientos de Gestión y Procedimientos de Control de Calidad en coordinación con los jefes de Área y la Gerencia de Construcción.

El PAC se debe desarrollar de acuerdo a lo indicado en la Tabla 4.1 y se debe actualizar cuando sea apropiado debido a cambios en el proyecto o en el contrato, o a sugerencia del cliente.

- **Firmas autorizadas**

Los protocolos llenados por GyM tenían la firma de las siguientes personas:

QC: Carlos Vargas, en su ausencia Miguel Aleluya o José Rivas.

Responsables de Area:

Civil: Ricardo Sáenz / Marco Quispe / Jorge Espinoza o José Rivas

Mecánico – Estructuras, Equipos y Tuberías: Erick Mondragón / Jorge

Espinoza en su reemplazo Augusto Rodríguez / César Rojas o José Rivas

Eléctrico: Carlos Betetta en su ausencia Willy Llacza o José Rivas.

- **Flujo de Protocolos**

Los protocolos han sido llenados por los Responsables de Area GyM o por una persona designada por ellos, luego de la firma del responsable de área lo pasaban a QC GyM para su verificación, a continuación se comunicaba a QA de KPSA para su chequeo correspondiente, así mismo se avisaba a Construcción de KPSA para su conformidad.

Una vez que los protocolos han sido firmados por KPSA, se hacía un listado en forma semanal entregándose a QA de KPSA.

4.3.1 Política de Calidad

POLITICA DE CALIDAD GyM

GyM busca ser la empresa constructora más confiable en Latinoamérica siendo líderes en la gestión de proyectos, para lo cual nos comprometemos a:

- Garantizar el cumplimiento de los requisitos acordados con el Cliente y de las normas aplicables al Proyecto.
- Buscar permanentemente la eficiencia en nuestras operaciones a través del desarrollo de procesos y del control de su variabilidad.
- Promover el compromiso y el desarrollo del personal mediante su involucramiento, entrenamiento y capacitación.
- Implementar y mantener vigente el Modelo de Gestión de Calidad GyM.

Esta Política será difundida en GyM de forma tal que se asegure que la calidad vaya al ritmo de la producción y se logre el incremento de la satisfacción de nuestros Clientes y la mejora continua de nuestra competitividad.

Lima, 06 de mayo del 2008

Juan Manuel Lambarri Hierro
Gerente General GyM

4.3.2 Procedimientos de Gestión (PG)

Tabla 4-2. Procedimientos de Gestión

PROCEDIMIENTOS DE GESTION				
PG	COD.	OBJETO	ALCANCE	ENTREGAB.
Control de Documentos	PG.01	Este procedimiento establece la forma adecuada de administrar, codificar, archivar y distribuir toda la documentación recibida de parte del cliente y emitida por GyM para el presente proyecto.	Este procedimiento es aplicable a los Procedimientos de Construcción, Planos aprobados para Construcción, Especificaciones Técnicas; Manuales y los Registros correspondientes para el presente proyecto.	PG.01-F1 PG.01-F2 PG.01-F3
Control de los Registros	PG.02	Establecer un mecanismo, que consiste en clasificar, ordenar, archivar, custodiar y distribuir todos los documentos que evidencian la conformidad de la calidad de las actividades de la obra.	Aplicable al Plan de Calidad, Procedimientos de Control de Calidad, Plan de Puntos de Inspección y Registros	PG.02-F1 PG.02-F2 PG.02-F3
Control de Producto No Conforme	PG.03	Establecer el mecanismo que asegure un correcto procedimiento para el tratamiento de un producto no conforme.	Estos procedimientos son aplicables a GyM y a sus Subcontratistas, desde la recepción de los equipos y materiales, así como durante el proceso de construcción del presente proyecto	PG.03-F1 PG.03-F2
Acciones Correctivas y Preventivas	PG.04	Establecer el mecanismo para implementar acciones correctivas y preventivas.		PG.04-F1 PG.04-F2
Auditorías Internas de Calidad	PG.05	Establecer el mecanismo que permita asegurar el desarrollo eficiente del proceso de Auditorías Internas de la Calidad	Este procedimiento se aplica a la documentación relativa a la calidad utilizada tanto por GyM como por los Subcontratistas	PG.05-F1 PG.05-F2 PG.05-F3 PG.05-F4 PG.05-F5
Control de Productos Suministrados por el Cliente	PG.06	Determinar los mecanismos de control necesarios para asegurar que los productos suministrados por el cliente cumplen con las órdenes de compra y están de acuerdo al packing list entregado por el cliente.	Todas las actividades correspondientes a la recepción, almacenamiento y despacho de materiales y/o equipos de los productos suministrados por el cliente, por parte del Almacén de Importaciones	PG.06-F1 PG.06-F2 PG.06-F3 PG.06-F4 PG.06-F5
Calibración de Equipos	PG.07	Establecer un mecanismo que asegure el uso de equipos de medición y ensayo en las condiciones requeridas para la realización de una inspección o ensayo.	Aplicable a los equipos e instrumentos que permiten determinar la conformidad o no de un requisito de calidad (no incluye winchas) que sean utilizados en obra.	PG.07-F1
Mejora de Competencias	PG.08	Establecer un mecanismo que permita mejorar la competencia del personal de GyM durante su permanencia en el presente proyecto.	Este procedimiento aplica al personal de GyM, Ingenieros, supervisores y obreros del presente proyecto.	PG.08-F1

Los Procedimientos de Gestión son elaborados por el área de Control de Calidad, teniendo como base los PG de la Oficina Principal, esta revisión se realiza para adecuarlos a la realidad de cada proyecto.

Estos PG pasan a revisión y aprobación de la Gerencia del Proyecto. Cada PG, tiene uno o más Formatos de Aseguramiento de Calidad, los cuales al ser llenados dan conformidad del cumplimiento de actividades de gestión que garantizan el Aseguramiento de Calidad del Proyecto.

Son los procedimientos de GyM que permiten el aseguramiento de calidad de los procesos que no tienen que ver directamente con las actividades de construcción, pero que sirven para facilitar la ejecución de los trabajos, y reducir las posibles no conformidades.

4.3.2.1 Relación de Procedimientos de Gestión PG

- **PG-01 Control de los Documentos**

Tabla 4-3. Elaboración, Revisión y Aprobación de Documentos

Elaboración, Revisión y Aprobación de Documentos			
TIPO DE DOCUMENTO	ELABORA	REVISA	APRUEBA
Plan de Aseguramiento y Control de la Calidad	QA/QC	Gerente de Proyecto y/o Construcción	Gerente de Proyecto y/o Construcción
Procedimientos de Gestión	QA/QC	Gerente de Proyecto y/o Construcción	Gerente de Proyecto y/o Construcción
Procedimientos de Control de Calidad	QA/QC	Área Construcción	Gerente de Proyecto y/o Construcción
Procedimientos de Construcción	Resp. Área Construcción	QA/QC / Oficina Técnica / PdR	Gerente de Proyecto y/o Construcción
Formatos	QA/QC	Área Construcción	Gerente de Proyecto y/o Construcción

- **PG.02 Control de los Registros**

Tabla 4-4. Codificación de Documentos

CODIFICACION DE DOCUMENTOS		
TIPO DE DOCUMENTO	CODIFICACION	XX
Plan de Aseguramiento y Control de la Calidad (PAC)	PAC-XXXX	XXXX: # de Proyecto GyM
Procedimientos de Gestión (PG)	PG.XX	XX Correlativo del # de Procedimiento
Procedimientos de Control de Calidad (PC)	PCC-XX PCM-XX PCE-XX	C: Área Civil M: Área Mecánica E: Área Eléctrica XX. Correlativo del # de Procedimiento
Procedimientos de Construcción (PdC)	PdCC-XX PdCM-XX PdCE-XX	C: Civil M: Mecánico (Equipos, Estructuras, Ductos, Tuberías, Aislamiento) E: Eléctrico (Electricidad e Instrumentación)
Formatos (F)	Código de Procedimiento de Control de Calidad-FX	X Correlativo del # de formato

**La codificación de un documento nuevo, relacionado al PAC, será realizada por el Área de Aseguramiento y Control de la Calidad de obra (QA/QC) en coordinación con el Área de Construcción y presentada al cliente para su aprobación.*

- **PG-03 Control del Producto No Conforme**

Una vez ubicada la no conformidad en un producto, éste debe ser identificado y de ser posible segregado hasta definir el tratamiento que se le debe dar. Este puede ser:

- **Aceptar sin reparación:** Decisión de utilizar el elemento no conforme sin modificar ni corregir.
- **Rechazar:** Decisión de no utilizar y separar definitivamente la entidad no conforme.
- **Modificar:** Decisión de reformar el elemento no conforme hasta cumplir con las especificaciones requeridas.

- **Reclasificar:** Decisión de utilizar el elemento no conforme para otras aplicaciones

- **PG.04 Acciones Correctivas y Preventivas**

Establecer el mecanismo que asegure un correcto procedimiento de identificación de no conformidades o de posibles no conformidades, para implementar acciones correctivas y preventivas.

Acciones Correctivas, son las acciones que se llevan a cabo para superar la no conformidad presentada, así como establecer medidas para evitar la recurrencia de la no conformidad.

Acciones Preventivas, son las acciones llevadas a cabo de manera preventiva para evitar la ocurrencia de una no conformidad potencial.

- **PG.05 Auditorias Internas de Control de Calidad**

Preparar el plan de auditorías

Realizar la auditoría

Anotar las observaciones y no conformidades

Preparar el Informe final de auditoría

Hacer seguimiento para el levantamiento de las no conformidades u observaciones encontradas-

- **PG.06 Control de productos suministrados por el cliente**

Tabla 4-5. Niveles de Almacenamiento

NIVELES DE ALMACENAMIENTO		
NIVEL	CARACTERISTICAS	MATERIALES / EQUIPOS
A	Cerrados y con acondicionamiento de temperatura	Instrumentos y equipos electrónicos especiales (tarjetas, PLCs, Relays, materiales especiales, transmisores de nivel, manómetros, Analyzers, transmisores de temperatura), los productos químicos. Los repuestos de arranque también serán considerados en este nivel.
B	Cerrados sin acondicionamiento de temperatura	Bombas, Válvulas, Compresores, Ventiladores, tuberías de Instrumentación, juntas de expansión; platos de orificio, detectores de humo.
C	A la intemperie	Tanques, intercambiadores de calor, evaporadores, tuberías de acero carbono, fibra de vidrio, plástico PVC, cables eléctricos, estructuras de acero, ductos de metal, bandejas para cables, parrillas metálicas, soportes de tubería, partes de convertidor, chimenea, torres de ácido, etc.

- **PG.07 Calibración de Equipos PG-07**

Listar los equipos de medición y ensayo a usar en el proyecto

Asegurar que todos los equipos de inspección, medición y ensayo cuenten con su certificado de calibración vigente.


	CALIBRACION DE EQUIPOS
	PLANTA DE ACIDO N° 2
EQUIPO:	
FABRICANTE:	
SERIE:	
Fecha de Calibración:	
Próxima Calibración:	
QA/QC:	

Figura 4-3. Modelo de Sticker

- **PG.08 Mejora de Competencias**

Charla a los ingresantes, Inducción sobre calidad (Decálogo de las Calidad) + Política de calidad

Charlas semanales (Temas del Decálogo de la Calidad), Procedimientos de Construcción, ITP dirigidos a personal de campo.

Charlas sobre el PAC y PG a los empleados incluyendo a supervisores de construcción.

Charlas de Calidad - Mejora de Competencias

Las charlas han sido realizadas en principio una vez por semana con el apoyo de QA- KPSA con una duración de 15 á 30 minutos.

En estas charlas están comprendidos la difusión de la Política de Calidad, los PG, PdC, Decálogo de la Calidad y otros temas relativos a la calidad.

En este proyecto también se ha contado con charlas dictadas por KPSA, GyM, Exsa y Química Suiza.



Figura 4-4. Charla en Obra

Curso de Monitores de Calidad

Este curso fue desarrollado en su totalidad por el Gerente de QA-KPSA y ha sido una parte muy importante de la Capacitación sobre calidad que ha obtenido este proyecto

Los participantes en su mayoría Ingenieros, Supervisores y Capataces han salido fortalecidos con esta capacitación.

El curso ha tenido una duración de 12 horas de Teoría y 24 horas de Taller, la aprobación del curso ha sido con la presentación de un informe final y sustentado, los que aprobaron el curso se les ha dado un carné de “*Monitor de Control de Calidad*”

Contenido de este curso:

Introducción, Objetivos del curso, Conceptos básicos, Importancia de la norma ISO 9001:2000 para la construcción, Bases de la calidad en la construcción, Beneficios de la práctica de los costos de calidad en los proyectos, Desarrollo de caso aplicativo (taller), Decálogo y toma de compromisos.

Las Herramientas de la Calidad que se transmitió fueron: Lluvia de ideas, Diagrama de Ishikawa o diagrama de flechas (espina de pescado), Diagrama de Pareto y Diagrama de flujo

Decálogo de la Calidad

El Decálogo de la Calidad ha sido otro aporte muy valioso por parte de QA-KPSA al proyecto (se adjunta en el CD Anexo A5).

4.3.3 Procedimientos de Control de Calidad (PC)

Son los Procedimientos de la Oficina Principal que en su momento fueron elaborados por el área de Control de Calidad en coordinación con las áreas de Construcción.

Estos PC también pueden ser modificados por el área de QA/QC para adecuarlos a la realidad de cada proyecto cumpliendo con las Especificaciones Técnicas, de ser el caso pasan a revisión por el Área de Construcción respectiva y luego a la revisión y aprobación de la Gerencia de Construcción.

Cada PC, tiene uno o más Formatos de Control de Calidad, los cuales al ser llenados dan conformidad del cumplimiento de actividades que deben ser chequeadas en campo.

El chequeo de las actividades las realiza el Área de Construcción, luego Control de Calidad hace una inspección aleatoria dependiendo del tipo de actividad, luego se involucra a QA del Cliente para hacer la verificación en conjunto de ciertas actividades.

Como parte del cliente el chequeo de las actividades terminadas también las realiza el Supervisor de Construcción dando su conformidad en el registro correspondiente.

El flujo de chequeo de actividades se muestra en el siguiente flujograma:

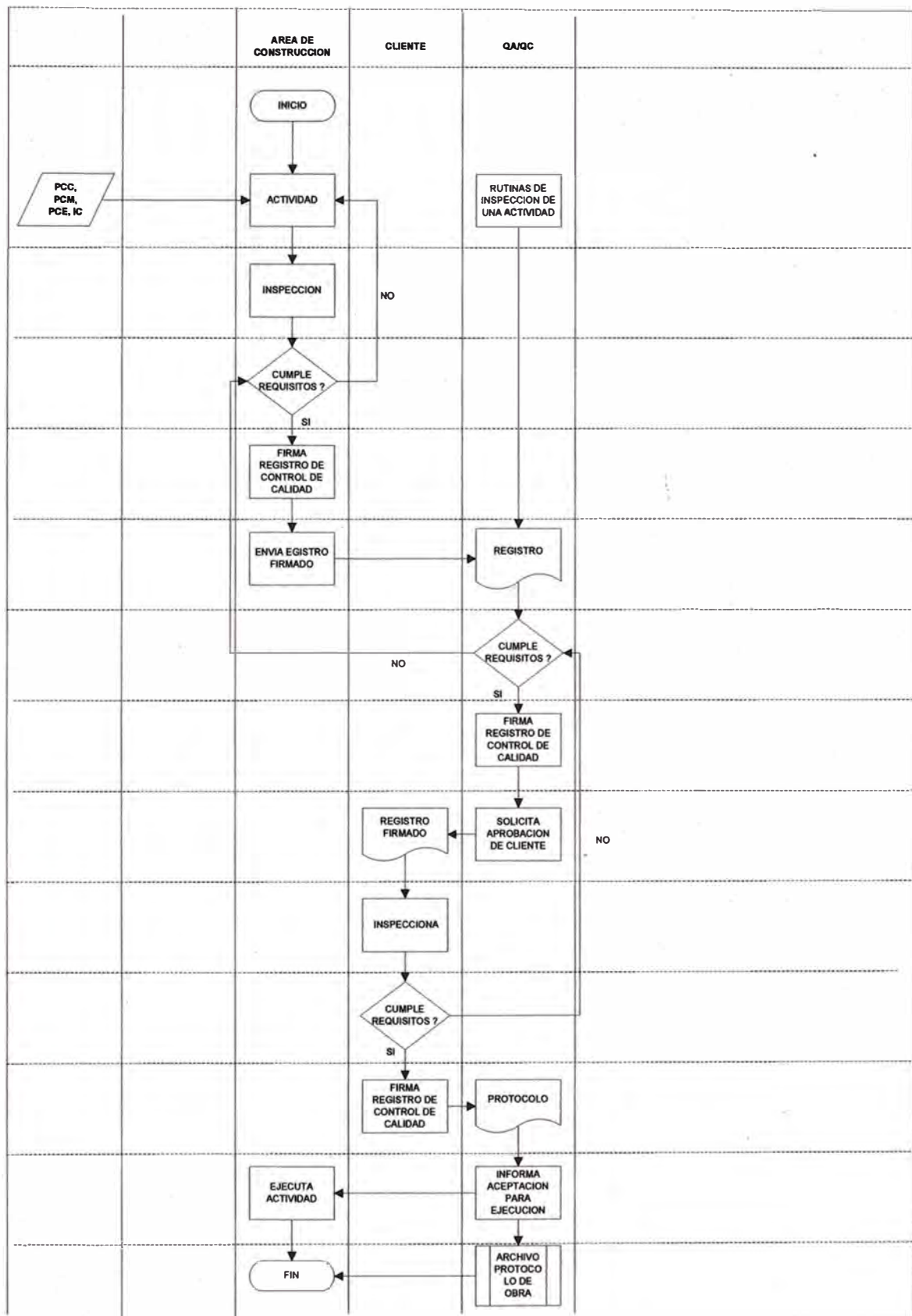


Figura 4-5. Flujo de Protocolo

Tabla 4-6. Procedimientos de Control de Calidad

PROCEDIMIENTOS DE CONTROL DE CALIDAD			
PROCEDIMIENTOS	DESCRIPCION	CODIGO	FORMATOS
CIVILES	Movimiento de Tierras	PCC-01	PCC-01-F1 PCC-01-F2 PCC-01-F3 PCC-01-F4
	Concreto	PCC-02	PCC-02-F1 PCC-02-F2 PCC-02-F3 PCC-02-F4 PCC-02-F5
MECANICOS	Montaje de Equipos	PCM-01	PCM-01-F1 PCM-01-F2
	Montaje de Estructuras	PCM-02	PCM-02-F1 PCM-02-F2
	Topografía de Equipos y Estructuras Metálicas	PCM-03	PCM-03-F1
	Soldadura	PCM-04	PCM-04-F1 PCM-04-F2 PCM-04-F3 PCM-04-F4 PCM-04-F5 PCM-04-F6
	Grout para Equipos y Estructuras Metálicas	PCM-05	PCM-05-F1
	Protección Superficial	PCM-06	PCM-06-F1
	Fabricación y Montaje de Tuberías	PCM-07	PCM-07-F1 PCM-07-F2 PCM-07-F3
	Instalación y Torqueo de Pernos	PCM-08	PCM-08-F1
	Alineamiento Axial y Rad	PCM-09	PCM-09-F1 PCM-09-F2 PCM-09-F3
	Ensayos No Destructivos	PCM-10	PCM-10-F1
	Calificación de Soldadores	PCM-11	PCM-11-F1
	Pruebas de Presión en Tuberías	PCM-12	PCM-12-F1
	Instalación de Tuberías de HDPE	PCM-13	PCM-13-F1
ELECTRICOS	Prueba de Cables de Energía	PCE-01	PCE-01-F1
	Prueba de Motores Eléctricos	PCE-02	PCE-02-F1 PCE-02-F1
	Instalación de Sistema de Puesta a Tierra	PCE-03	PCE-03-F1 PCE-03-F2 PCE-03-F3 PCE-03-F4
	Instalación de Bandejas	PCE-04	PCE-04-F1
	Instalación de Tubería Conduit	PCE-05	PCE-05-F1
	Instalación de Instrumentos	PCE-06	PCE-06-F1 PCE-06-F2 PCE-06-F3
	Instalación de Luminarias	PCE-07	PCE-07-F1

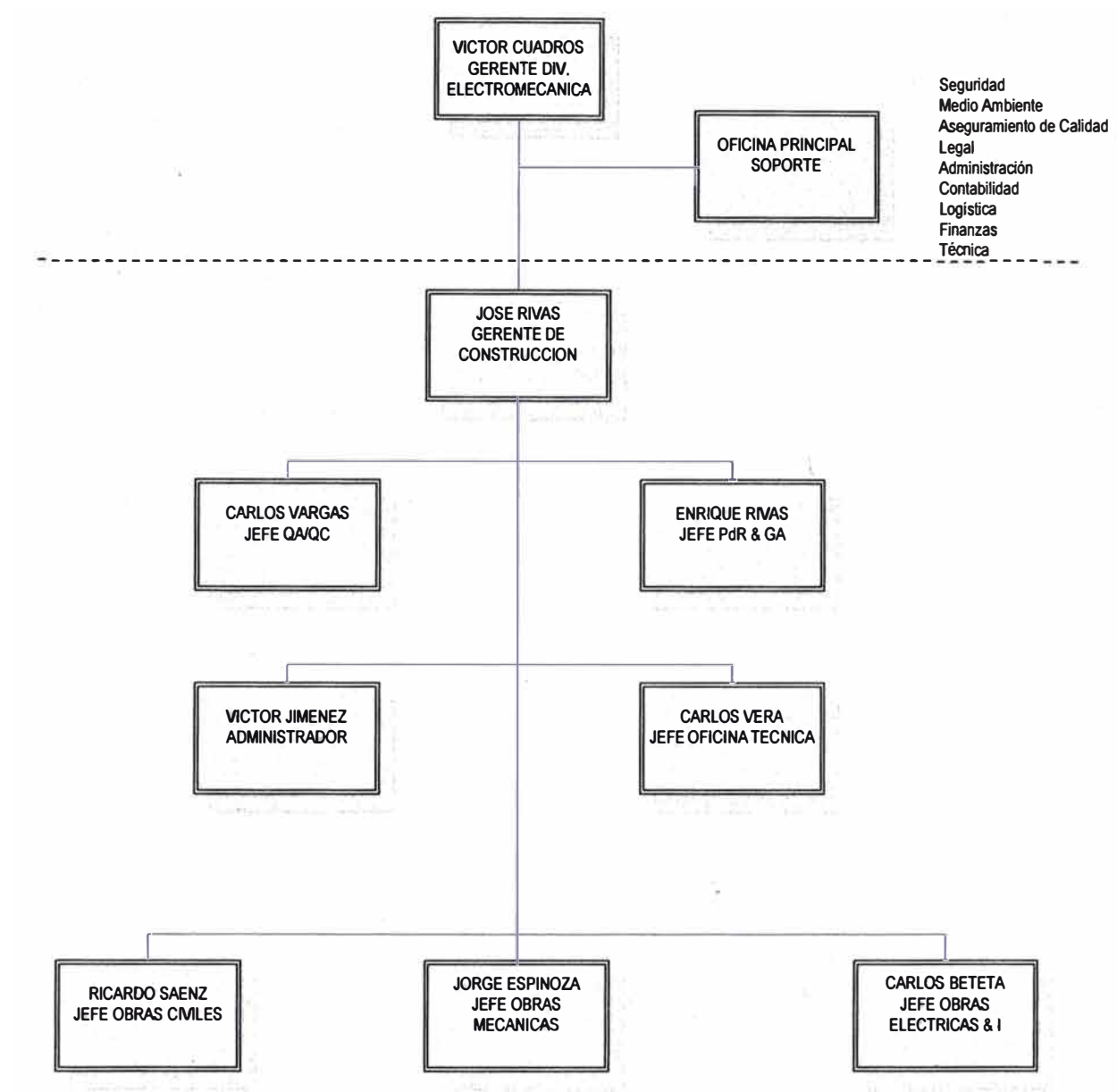
ORGANIGRAMA GyM

Figura 4.5. Organigrama GyM

ORGANIGRAMA QA/QC KPSA-GYM

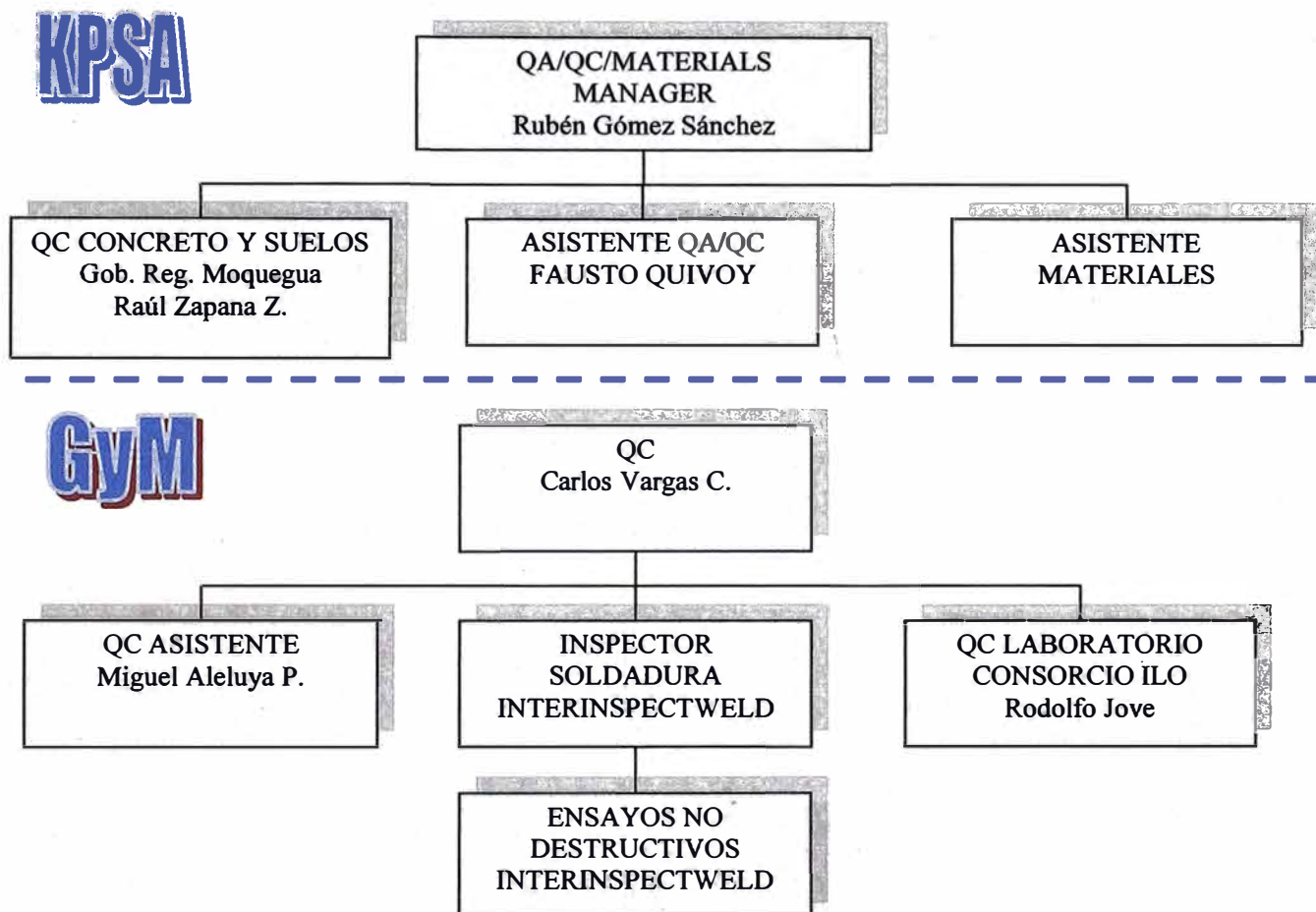


Figura 4.6. Organigrama QA/QC KPSA-GyM

CAPITULO V
OBRA MECANICA

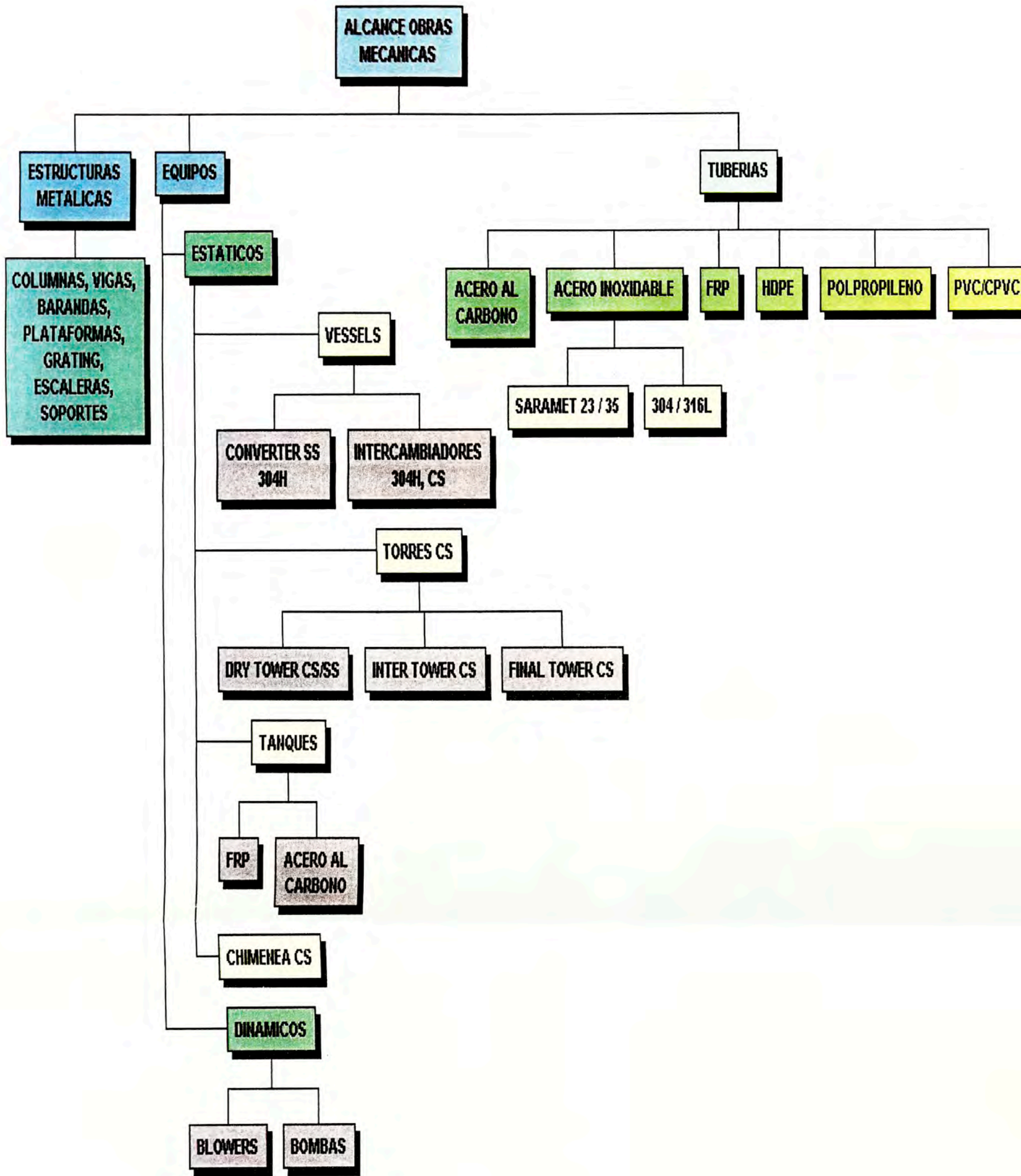


Figura 5-1. Alcance de Obras Mecánicas

El alcance de las obras mecánicas comprendió la instalación de estructuras metálicas, fabricación y montaje de equipos, fabricación y montaje de tuberías, Ensayos No Destructivos (END) como son aplicación de tintes Penetrantes (TP) toma de placas radiográficas (RT); así mismo para el caso de tuberías las pruebas hidrostáticas y la limpieza correspondiente.

Aislamiento Térmico para equipos calderados, ductos y tuberías, forrados con lana mineral y chaqueta de acero inoxidable.

Pintura en los equipos como intercambiadores, torres de ácido, espesadores y retoques en los mismos, arenado y pintado de tuberías.

Touch-up de los equipos, estructuras y tuberías, el touch.up es la aplicación de la pintura en los equipos o estructuras aplicadas debido a que durante el montaje se lastiman ciertas partes y es necesario reponer la pintura lastimada, esta palabra también alcanza a la pintura de los pernos de sujeción de las estructuras metálicas.

5.1 ESTRUCTURAS METÁLICAS

Pre-ensamble, instalación, alineamiento, aplomado y torquado de pernos para los edificios con estructuras metálicas (pesada, mediana y liviana) en las áreas de Gas Cleaning, ESP, Strong Acid, Acid Contact (Convertidor), así como en la planta de efluentes, instalación de grating de FRP, barandas y plataformas.

Las estructuras metálicas fueron suministradas por el cliente, la mayor parte de estas estructuras las hizo Técnicas Metálicas y el correspondiente control de calidad estaba a cargo directo de KPSA; cuando las estructuras eran recepcionadas por GyM se hacia un control de calidad en la recepción, para identificar posibles problemas de ensamble, algunos de los cuales se detectaron en almacén y otros durante el montaje, por lo que fue necesario que KPSA coordine con su proveedor la necesidad de tener un equipo de trabajo para ir corrigiendo las observaciones encontradas,

Tabla 5-1. Estructuras

OBRAS MECANICAS - ESTRUCTURAS		
DESCRIPCION	CANT	UN
Estructura pesada > 60 Kg/m	388	Ton
Estructura mediana (30 – 60) Kg/m	243	Ton
Estructura liviana < 30 Kg/m	49	Ton
Misceláneos	116	Ton
Grating FRP	2300	m2
Barandas	13200	ml

5.2 EQUIPOS

Instalación de equipos estáticos como tanques de FRP, pre-ensamble y armado de Intercambiadores de Gas que por primera vez se ejecutaron en sitio, relleno de packing cerámico en las torres de ácido. Pre-ensamble y armado del Convertidor de Acido, de las torres de ácido (Dry Tower, Intermediate Tower y Final Tower); instalación de equipos dinámicos como: Compresores de Gas, Sopladores, Agitadores, Bombas verticales, horizontales y de sumidero, Preheat Furnace, molino

de 4'x 5', faja transportadora de alimentación de efluentes al molino, pre-ensamble de tanques de acero al carbono y acero inoxidable.

Tabla 5-2. Equipos

OBRAS MECANICAS - EQUIPOS		
DESCRIPCION	CANT	UN
Equipos dinámicos	1350	Ton
Equipos estáticos	2020	Ton
Torres de ácido	240	Ton
Instalación de ladrillos antiácido	691	Ton
Instalación de packing cerámico	1166	Ton
Aislamiento térmico	2749	m2

Tabla 5-3. Equipos SS/CS (Acero Inoxidable/Acero al Carbono)

EQUIPOS DE ACERO INOXIDABLE Y/O ACERO AL CARBONO				
EQUIPO	CODIGO	MATERIAL	Ø (mm)	H (mm)
Converter	7540R	304H	15218	29548
Cold Exchanger	7530H	A516 Gr.70 / 304H	4260	20000
Hot Exchanger	7532H	304H	5270	14180
Inter SO3 Cooler	7555H	A516 Gr.70 / 304H	4050	19920
Inter Reheat Exchanger	7556H	304H	4780	16825
Cold Reheat Exchanger	7557H	A516 Gr.70 / 304H / 316L	5390	24650
Final SO3 Cooler	7575H	A516 Gr.70	3620	18750
Dry Tower	7506U	A516 Gr.70 / 316L	8300	21236
Inter Tower	7567U	A516 Gr.70 / 316L	8840	25523
Final Tower	7585U	A516 Gr.70 / 316L	7540	20585
Stack	7591F	A36	3400	53000

Tabla 5-4. Equipos de FRP (Fiber Reinforced Plastic)

EQUIPOS PRINCIPALES DE FRP				
EQUIPO	CODIGO	MATERIAL	Ø (mm)	H (mm)
Gas Cooling Tower	6530U	FRP	7700	27242
Retention Vessel	6511U	FRP	7400	21790
Quench Venturi	6510D	FRP	4000	10095
Waste Collection Tank	8501T-A&B	FRP	6000	7300
Scrubber Venturi	6520D	FRP	6200/3048	22730
Cooling Tower Pump Tank	6533T	FRP	2300	15950

5.2.1 END en equipos

Se ha aplicado el código ASME SECTION VIII DIV.1 2004, para la mayor parte de equipos fabricados en obra a excepción del Converter en el cual se ha realizado los RT de acuerdo a su propia especificación.

Según el ASME SECTION VIII DIV.1 se ha tomado una placa cada 15 m de longitud de soldadura a tope, esto es una placa de 30 cm cada 15 m, representa un 2% de RT.

Los Tintes Penetrantes han sido aplicados al 100% de todas las costuras a tope en el pase de raíz por uno de los lados; y a filete tanto en acero al carbono como en acero inoxidable.

Para el caso del Converter, se ha seguido los siguientes ensayos:

- Para las costuras externas se ha tomado el 10% de la longitud soldada, adicionalmente se ha tomado placas como mínimo a dos cruces entre

horizontal y vertical, para las demás costuras del interior se ha tomado una placa cada 15 m de longitud soldada.

- Para las uniones de materiales disímiles como son el acero al carbono con el acero inoxidable se ha realizado tintes penetrantes al 100% en el cordón de acabado, tanto por dentro como por fuera.

Tabla 5-5. Porcentaje de END en Equipos

% END EN EQUIPOS		
EQUIPO	% RT	% TP
CONVERTER	10%	100%
TORRES DE ACIDO	2%	100%
HEAT EXCHANGERS	2%	100%
CHIMENEA	10%	100%
TANQUES	2%	100%

Tabla 5-6. Porcentaje de Rechazo RT en Equipos

% RECHAZO EN EQUIPOS			
MATERIAL	A	R	% RECHAZO
CS	93	8	8.60
SS 304H	554	10	1.81
Totales	647	18	2.78

5.3 TUBERÍAS

Instalación de tuberías de acero al carbono, de acero inoxidable, de FRP, de PVC, de CPVC, de teflón, polipropileno, HDPE y alloy como el caso del Saramet 23&35, instalación de Ductos de FRP, acero al carbono y acero inoxidable, espaciadores de FRP, juntas de expansión, válvulas de diferentes diámetros, clase y especificación, instalación de instrumentos de tuberías como flujómetros, válvulas de control, etc., flushing de tuberías, pruebas hidrostáticas y neumáticas. Fabricación e instalación de soportes en acero al carbono e inoxidable, dependiendo de cada clase de tubería, torqueo de pernos de bridas, pintura, aislamiento y touch-up

- **SARAMET 23 (*Propiedad intelectual de Chemetics)**

Las empresas que se dedican a hacer la ingeniería de estos procesos tienen como parte de su Know How el diseño de algunos materiales propios que no son de conocimiento para las industrias en general como es por ejemplo para el caso de plantas de ácido el material base que sirve para la fabricación de tuberías de un acero inoxidable, que para el caso de Chemetics usa dos tipos el Saramet 23 y el Saramet 35, esta es una manera de tener algo individualizado como empresa de ingeniería y que SPCC no lo podría obtener de otro fabricante, solo a través de Chemetics, generando una dependencia para el suministro de este tipo de materiales.

Tintes Penetrantes (TP), se hará en las superficies interior y exterior (cuando el diámetro y ubicación lo permitan)

Después de la prueba hidrostática, se drena el agua e inmediatamente se soplará las tuberías.

- **SARAMET 35* (*Propiedad intelectual de Chemetics)**

Requerimientos adicionales para esta tubería:

Se hará Tintes Penetrantes en las superficies interior y exterior (cuando el diámetro y ubicación lo permitan), tiempo mínimo de reposo de tinte penetrante 1 hora.

Las interpretaciones serán realizadas por un Inspector Calificado mínimo Nivel II, según ASN-TC-1A

El tiempo mínimo para la prueba hidrostática es de 24 horas.

Después de la prueba hidrostática, se drena el agua e inmediatamente se soplará las tuberías.

5.3.1 Codificación de Línea

Todas las tuberías están identificadas en los P&ID's, listado de líneas y en los isométricos siguiendo el siguiente método:

3" – WP – CS9 B – 9266 05 - X

6": Diámetro Nominal

WP: Tipo de Fluido (Water Potable)

CS9: Tipo de Material (ASTM A53 Gr.B Tipo E)

B: Código de empaquetadura (blue gard EPDN, Garlock 3700)

926605: Número de Isométrico (los 4 primeros dígitos corresponden al equipo

9266 Ball Mill y los 2 últimos es el correlativo de la línea,

X: Tipo de aislamiento y espesor (Para esta línea N/A)

5.3.2 Tuberías instaladas

Tabla 5-7. Tuberías instaladas

TUBERIAS		
DESCRIPCION	CANT	UN
Fabricación de spools	3482	m
Acero al carbono A53 Gr. B	572	m
Acero inoxidable 304 / 316L	1262	m
Saramet 23 / Saramet 35	614	m
PVC, CPVC	954	m
HDPE	264	m
FRP	3370	m
Teflón	1668	m
Instalación de válvulas	3808	Un
Instalación de soportes	133	Ton
Aislamiento Térmico	29	m2

5.3.3 END en tuberías

De acuerdo a la clasificación del ASME B31.3, y al listado de líneas entregadas por KPSA, se determina el % de RT que corresponde a cada línea.

Tabla 5-8. Porcentaje END en tuberías

% END EN TUBERIAS PARA ESTE PROYECTO		
CATEGORIA	% RT	% TP
Normal (N)	5%	0%
Servicio (D)	0%	0%
Saramet 23 (N)	5%	100%
Saramet 35 (N)	5%	100%

Para este proyecto las tuberías fueron clasificadas en Normales y de Servicio.

Tabla 5-9. Porcentaje de Rechazo RT en Tuberías

% RECHAZO EN TUBERIAS			
MATERIAL	A	R	% RECHAZO
CS	68	18	26.47
SS	48	2	4.17
Saramet 23	34	12	35.29
Saramet 35	5	2	40.00
Totales	138	33	21.93

5.3.5 Instalación de Ductos

Los ductos instalados de acero al carbono y acero inoxidable, han sido unidos con bandas, las juntas han sido tipo filete por lo que no se ha realizado ensayos con radiografía.

Tabla 5-10 Ductos instalados

DUCTOS		
DESCRIPCION	CANT	UN
Acero al carbono	269	Ton
Acero inoxidable 304 / 316L	51	Ton
FRP	24	Ton
Aislamiento Térmico	3930	m2

5.4 PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN (PdC)

Son los Procedimientos que realizan los Responsables de las Áreas de Construcción, luego son revisados por Control de Calidad, Oficina Técnica y

Prevención de Riesgos, áreas que revisan y dan sus aportes en la parte que les compete, luego pasa a la revisión y aprobación por la Gerencia de Construcción.

Una vez terminado el procedimiento por GyM se envía a KPSA solicitando su aprobación.

Tabla 5-11. Procedimientos de Construcción

PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION	
DESCRIPCION	CODIGO
Transporte de Personal	KPSA-GyM/PDCPAN° 2-001
Excavaciones Instalaciones Eléctricas Provisionales	KPSA-GyM/PDCPAN° 2-002
Anulado	KPSA-GyM/PDCPAN° 2-003
Excavaciones	KPSA-GyM/PDCPAN° 2-004
Instalaciones Provisionales de Agua	KPSA-GyM/PDCPAN° 2-005
Instalaciones Provisionales de Desagüe	KPSA-GyM/PDCPAN° 2-006
Construcción de Cimentaciones	KPSA-GyM/PDCPAN° 2-007
Vaciado del Convertidor 7540 R	KPSA-GyM/PDCPAN° 2-007-A
Vaciado de la Zapata del Area 75	KPSA-GyM/PDCPAN° 2-007-B
Cimentaciones	KPSA-GyM/PDCPAN° 2-007-C
Instalación Provisional de Lavaderos	KPSA-GyM/PDCPAN° 2-008
Instalaciones de Almacén de Materiales y Equipos	KPSA-GyM/PDCPAN° 2-009
Instalación de Malla de Puesta a Tierra	KPSA-GyM/PDCPAN° 2-010
Rellenos Compactados	KPSA-GyM/PDCPAN° 2-011
Anulado	KPSA-GyM/PDCPAN° 2-012
Reparación de Fisuras	KPSA-GyM/PDCPAN° 2-013
Montaje de Estructuras Metálicas	KPSA-GyM/PDCPAN° 2-014
Descarga y Almacenamiento de Ladrillos Antiácido y Complementos	KPSA-GyM/PDCPAN° 2-015
Construcción del Edificio del Blower	KPSA-GyM/PDCPAN° 2-016
Montaje de Equipos Planta de Efluentes - Montaje de Espesadores Tag: 8525K, 8535K	KPSA-GyM/PDCPAN° 2-017
Aplicación de Tintes Penetrantes	KPSA-GyM/PDCPAN° 2-018
Montaje de Equipos Estáticos	KPSA-GyM/PDCPAN° 2-019
Fabricación y Montaje de Recipientes y Tanques	KPSA-GyM/PDCPAN° 2-020

PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION	
DESCRIPCION	CODIGO
Montaje de Torre Grúa	KPSA-GyM/PDCPAN° 2-021
Inspección Colocación de Dry Pack	KPSA-GyM/PDCPAN° 2-022
Inspección Visual de Soldadura	KPSA-GyM/PDCPAN° 2-023
Colocación de Grout Cementicio	KPSA-GyM/PDCPAN° 2-024
Fabricación y Montaje de Recipientes y Tanques de Acero al Carbono	KPSA-GyM/PDCPAN° 2-025
Montaje de Equipos Rotativos	KPSA-GyM/PDCPAN° 2-026
Colocación de Bloquetas	KPSA-GyM/PDCPAN° 2-027
Touch up Pintura	KPSA-GyM/PDCPAN° 2-028
Montaje de Blower Bridge Crane	KPSA-GyM/PDCPAN° 2-029
Instalación de Transformadores	KPSA-GyM/PDCPAN° 2-030
Soldadura con Plomo	KPSA-GyM/PDCPAN° 2-031
Montaje de MCC	KPSA-GyM/PDCPAN° 2-033
Montaje del Convertidor de Ácido	KPSA-GyM/PDCPAN° 2-034
Fabricación y Montaje de Tuberías de Acero Inoxidable	KPSA-GyM/PDCPAN° 2-035
Fabricación y Montaje de Tuberías de Acero al Carbono	KPSA-GyM/PDCPAN° 2-036
Limpieza de Bases Metálicas para Colocación de Grout	KPSA-GyM/PDCPAN° 2-037
Colocación de Grout Epóxico	KPSA-GyM/PDCPAN° 2-038
Montaje de Tuberías PVC	KPSA-GyM/PDCPAN° 2-039
Montaje de Tuberías de HDPE	KPSA-GyM/PDCPAN° 2-040
Reparaciones de FRP	KPSA-GyM/PDCPAN° 2-041
Instalación de Tuberías Conduit	KPSA-GyM/PDCPAN° 2-042

CAPITULO VI

ACTIVIDADES DE CONTROL

6.1 DESARROLLO DE ITP (INSPECTION TEST PLAN) PLAN DE INSPECCIÓN Y/O ENSAYOS

Para realizar un ITP, se debe leer las Especificaciones Técnicas y los manuales de los equipos, tener un Procedimiento de Construcción (PdC) y determinar los tipos de pruebas y/o ensayos, así como escoger los Protocolos que más se adecuan para obtener un buen control de calidad de las actividades realizadas.

Relación DE ITP's Mecánicos

- Montaje de equipos
- Fabricación y Montaje de Tuberías de Acero al Carbono
- Fabricación y Montaje de Tuberías de Acero Inoxidable
- Soldadura
- Fabricación y Montaje de Recipientes de Acero al Carbono
- Fabricación y Montaje de Converter
- Instalación de Puente Grúa
- Instalación de Equipos Rotativos

6.2 CONTROLES

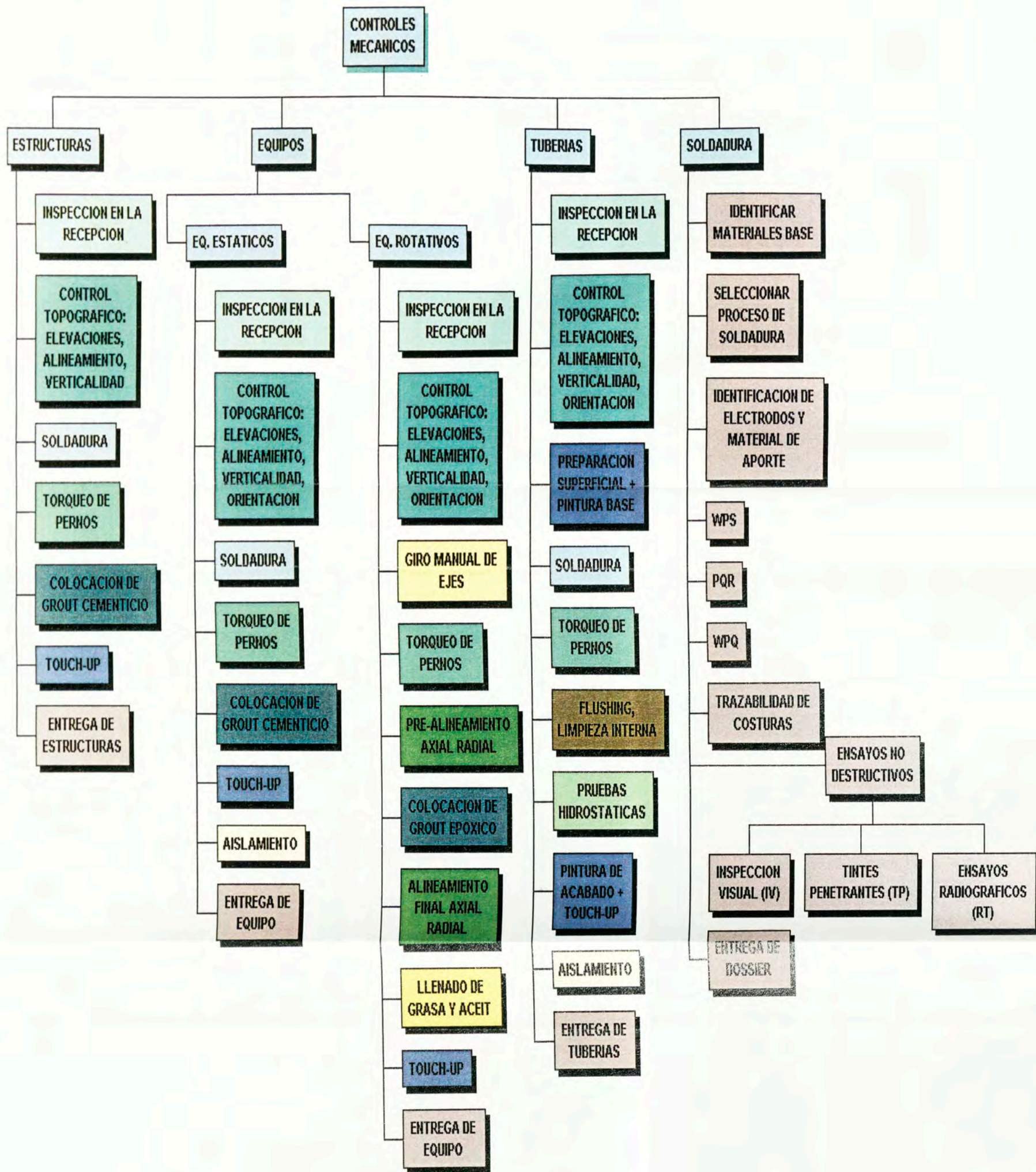


Figura 6-1. Controles Mecánicos

Tabla 6.1 Controles Mecánicos

CONTROL	ALCANCE					
	ESTRUCTURAS	EQUIPOS ESTATICOS	EQUIPOS ROTATIVOS	TANQUES	DUCTOS	TUBERIAS
Control en la Recepción	X	X	X	X	X	X
Topografía	X	X	X	X	X	X
Torqueo de Pernos	X	X	X	X	X	X
Grouteo	X	X	X	X	X	X
Soldadura	X	N/A	N/A	X	X	X
Material Base	X	N/A	N/A	X	X	X
Procesos	X	N/A	N/A	X	X	X
Electrodos / Material de aporte	X	N/A	N/A	X	X	X
WPS	X	N/A	N/A	X	X	X
PQR	X	N/A	N/A	X	X	X
WPQ	X	N/A	N/A	X	X	X
Ensayos No Destructivos	X	N/A	N/A	X	X	X
IV	X	N/A	N/A	X	X	X
TP	X	N/A	N/A	X	X	X
RT	X	N/A	N/A	X	X	X
Flushing	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	X
Pruebas Hidrostáticas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	X
Arenado y Pintura	N/A	N/A	N/A	X	X	X
Touch-up	X	X	X	X	X	X
Aislamiento	X	N/A	N/A	X	X	X
Alineamiento Axial y Radial	N/A	N/A	X	N/A	N/A	N/A
Llenado de Lubricantes	N/A	N/A	X	N/A	N/A	N/A
Giro manual de ejes	N/A	N/A	X	N/A	N/A	N/A

Los controles que se realizan están indicados en los procedimientos de control de calidad.

6.2.1 Recepción y almacenamiento

- Verificar los equipos y materiales suministrados por el cliente, así como los suministrados por GyM para dar fe que los materiales ha llegado sin daños.
- Verificar las condiciones de almacenamiento se den de acuerdo a procedimiento correspondiente.

6.2.2 Topografía

El control lo hacen topógrafos calificados, quienes parten previamente de los BM que indica el cliente con sus respectivas coordenadas y elevaciones, partiendo de estos puntos se generan nuevos puntos con elevaciones y coordenadas establecidas, los cuales se monumentan con una placa de acero empotrada en concreto, de tal manera de tener mayor cantidad de puntos para poder ubicar los ejes de las diferentes bases de concreto a construir, así como para la verificación de ejes y niveles en donde irán las estructuras y equipos.

Los topógrafos usan equipos de medición como son el Nivel Óptico, Teodolito y Estación Total debidamente calibrados, adicionalmente ellos una vez por semana chequean que sus equipos estén completamente operativos. De igual manera una vez al mes se verifica el cierre de la poligonal con los BM establecidos.

Verificar que la verticalidad de estructuras y recipientes estén dentro de las tolerancias recomendadas por las especificaciones técnicas.

6.2.3 Torqueo

Identificar el tipo de material del perno (CS, SS, galvanizado), grado, diámetro y establecer según tablas aprobadas por el cliente el valor del torque a aplicar, luego verificar que este valor esté dentro del rango del torquímetro a usar, así mismo verificar que el operario sepa usar el torquímetro,

presenciar un spot en forma aleatoria alrededor del 5% al 10%. Si se nota algún perno flojo se aumentará el porcentaje de verificación, si se siguen encontrando pernos flojos se hablará con el supervisor del área para que repitan el torqueo del 100% para poder luego hacer la verificación correspondiente, una vez que se ha logrado establecer que los pernos de la muestra pasan la inspección se coordinará con el cliente para la inspección en forma conjunta y poder liberar el torqueo de pernos.

6.2.4 Grout

Verificar el tipo de grout a usar sea el aprobado por el cliente, inspeccionar el lugar donde se vaciará el grout para verificar que cumplan con las condiciones requeridas tanto la base como el tipo de encofrado, así como las condiciones de microclima de acuerdo al tipo de grout, verificar que la dosificación se haga de acuerdo a lo que indica la hoja técnica del producto, tomar probetas para hacer los ensayos de rotura a los 7 y 28 días, para el grout cementicio y a las 24 horas y 28 días para el grout epóxico, solicitar los certificados de calidad del grout.

6.2.5 Pintura

Verificar el grado de rugosidad de las tuberías antes de procede a pintar, luego verificar el espesor del primer para posteriormente verificar el espesor de película total, previamente se ha tenido que verificar el RAL de la pintura a aplicar sea el mismo que indica la especificación técnica, se tiene que solicitar los certificados de calidad del fabricante de pintura.

Verificar que la preparación de la pintura se hace de acuerdo a la hoja técnica, así como el cumplimiento del tiempo mínimo que debe transcurrir entre capas y el tiempo de vida recomendado para la aplicación de la pintura.

6.2.6 Alineamiento Axial y radial

Verificar los resultados de alineamiento axial y radial obtenidos esté dentro de lo recomendado por el fabricante, luego presenciarlos en forma conjunta con la supervisión.

Solicitar los certificados de calibración de los relojes comparadores o del equipo de alineamiento por láser.

6.2.7 Lubricación

Verificar tipo y cantidades de aceite y/o grasa que se le debe colocar a cada equipo, sea las correspondientes a las indicadas en el manual de cada equipo o emplear lubricante equivalente previamente aprobado por el cliente.

6.2.8 NDT

Verificar la aplicación de los NDT de acuerdo a lo solicitado por las especificaciones técnicas.

6.2.8.1 Inspección Visual (IV)

La IV se realiza al 100% de los cordones de soldadura lleven o no RT

6.2.8.2 Tintes Penetrantes

Este ensayo se hará al 100% de los pases de raíz, cuando se trate de fabricación de tanques o tuberías de Saramet, en donde la soldadura sea por ambos lados, se soldará por la parte externa, se limpiará por el interior del tanque aplicándose los tintes penetrantes para luego soldar el refuerzo interior.

6.2.8.3 RT

Se harán de acuerdo a lo indicado en las especificaciones técnicas. Verificar que la empresa subcontratada para este fin, tenga el personal calificado Nivel I y Nivel II en ASNT TC 1A, según corresponda, así mismo verificar que esta empresa tenga todos los permisos de IPEN vigentes, así mismo se debe revisar la tabla de decaimiento de la fuente proporcionada. Solicitar el certificado de calidad del densitómetro.

6.2.9 WPS (Especificación de Procedimiento de Soldadura)

Revisar los WPS, que cumplan con todos los datos necesarios para llevar a cabo un buen procedimiento de soldadura.

6.2.10 PQR (Calificación del Procedimiento de Soldadura)

Tener en cuenta las condiciones del ASME Section IX, para que quede establecido el rango de validez de cada PQR, de acuerdo al proceso de soldadura a emplear, por ejemplo para el proceso GMAW hasta ½" el rango

que cubre el PQR es el 110%, en tanto que para los demás procesos de soldadura es el doble de espesor.

6.2.11 WPQ (Calificación de soldadores)

Tener en cuenta las condiciones del ASME Sección IX, para que queden establecidos los rangos de espesor de soldadura que pueden soldar.

Verificar que los soldadores estén bien identificados para que en el campo se pueda verificar rápidamente si tal o cual soldador están calificados para realizar ciertas soldaduras.

6.2.12 Welding Map

Verificar la correcta trazabilidad de las juntas soldadas, anotar fecha, estampa de soldador y número de reporte radiográfico cuando corresponda, estos datos se colocan en los isométricos cuando se trata de tuberías o en los planos correspondientes para el caso de fabricación de tanques o estructuras.

Es necesario llevar un adecuado control de las juntas soldadas, para aplicar el porcentaje de radiografía de acuerdo a las especificaciones técnicas, así mismo si alguna placa sale mal, se tome las placas adicionales correspondientes del soldador que hizo mal la junta.

Estos datos son registrados en un archivo electrónico llamado welding book.

6.2.13 Flushing

Verificar la limpieza interior de todas las tuberías instaladas, mediante el proceso de flushing aplicados en cada paquete de pruebas de tuberías.

El flushing se puede realizar con agua, aceite, combustible o aire, dependiendo del tipo de fluido que llevará la tubería.

6.2.14 Pruebas Hidrostáticas

- Verificar que todas las líneas que intervienen en la prueba de presión estén completas y montadas de acuerdo a los isométricos; así mismo verificar que los P&ID se cumplan.
- Verificar que las empaquetaduras sean las indicadas en los planos, los pernos deben ser del material y longitud indicada en los isométricos.
- Verificar el % de cumplimiento de los END de acuerdo a las especificaciones técnicas, para nuestro caso ha sido del 5% de RT.
- Verificar el retiro de elementos como placas de orificio y otros que indique el cliente antes de realizar la prueba.
- Verificar la colocación de platos ciegos de acuerdo; así como la colocación de venteos y drenajes.
- Verificar que se cumpla la especificación técnica del valor de presión de prueba hidrostática, verificar el rango del manómetro a usar esté dentro de los $\frac{2}{3}$ del valor máximo del instrumento, solicitar el certificado de calibración de los manómetros a usar.
- Verificar que la duración de la prueba esté coordinada con el cliente en este caso fue de 2 horas.

6.3 ARCHIVOS ELECTRÓNICOS

6.3.1 QC Index

Es una relación de todos los Registros de Calidad que son usados en cada Área, o Sistema, esta relación está ordenada por disciplina civil, mecánica y eléctrica.

6.3.1.1 Archivo de cada tipo de protocolo.

Se ha llevado un control de los Protocolos numerándolos del 01 al infinito independiente del área a la que pertenecieran, esto implica tener un archivo electrónico actualizado y todos los días ingresar los nuevos números con la descripción correspondiente de los protocolos generados.

6.3.2 Matriz Index

Es una tabla en la cual se tiene distribuidas en filas todos los equipos, estructuras metálicas o de concreto, con sus correspondientes columnas en las cuales están todos los protocolos aplicables a cada uno de los ítems descritos.

Sirve para llevar un control de los diferentes protocolos aplicables a cada equipo o estructura a montar dentro del proyecto

6.3.3 Welding Book

Este archivo nos permite tener el control de todas las juntas de soldadura, fecha en que fue realizada la costura, stampa del soldador, tipo de NDT aplicado, y cuando aplique el número de reporte radiográfico.

6.3 NO CONFORMIDADES INTERNAS (NCI) GYM

6.3.1 Estructuras

- Llegaron algunos agujeros desfasados
- Algunas cartelas llegaron invertidas

Los pernos de conexión no eran del tamaño adecuado, los hilos no llegaban a sobresalir de la tuerca.

6.3.2 Equipos

- Se colocó equipo sin haber escariado la superficie de concreto.
- Se colocó equipo en una orientación diferente a la indicada en plano
- Las bridas de salida o ingreso de algunos tanques llegaron con otra elevación.
- Al cortar un arriostre en un Tanque Espesador, el ayudante cortó parte del material base.

6.3.3 Tuberías

- Se presentó una equivocación de lectura de planos y se estaba armando un spool de acero al carbono cuando debió ser de PVC ✓
- Después de soldar una costura de acero inoxidable no se retiró la esponja usada en la purga con una cadena de sujeción, la cual salió en la placa radiográfica.

6.5 ACCIONES PREVENTIVAS

6.5.1 Protección de Equipos Rotativos

Los equipos rotativos serán protegidos del medio ambiente con plásticos desde que se instalan en su base hasta la instalación de las tuberías correspondientes, esta protección será retirada cada vez que sea necesario realizar una actividad constructiva, luego se procederá nuevamente a proteger a los equipos.

Las entradas y salidas de las bombas permanecerán tapadas con bridas ciegas o con plástico hasta la colocación de las tuberías.

En el registro de giro de ejes de equipos, después de realizar el correspondiente giro se procederá a la protección de los equipos, registrándose esta actividad como una observación en dicho documento.

6.5.2 Equipos Rotativos

Se realiza el giro de los ejes de equipos rotativos en forma manual, para prevenir el agarrotamiento de los ejes, esta actividad queda registrada en un formato de GyM.

6.5.3 Tuberías

Las entradas y/o salidas de las tuberías verticales deben permanecer tapadas con plásticos hasta completar los demás spools.

CONCLUSIONES

1. Consolidar la propuesta de un esquema, bajo el cual GyM se organizará y podrá cumplir con los requisitos de calidad exigidos por los clientes. La aplicación de las buenas prácticas descritas por el PMBOK, particularmente bajo los procesos del área de gestión de calidad del proyecto: Planificar la calidad, Realizar el aseguramiento de calidad, Realizar el Control de Calidad, da la confianza de que se cumplirán con las exigencias del cliente. Este modelo será puesto en práctica en la División de Proyectos Electromecánicos de GyM.
2. Es decisión de GyM, luego de haber comprobado los resultados favorables de este proyecto ha asumido el compromiso de aprobar el procedimiento de gestión: “Mejora de Competencias” en todos los proyectos de la división, como una forma de minimizar las no conformidades en la ejecución de los proyectos.
3. La implementación de los documentos e ideas descritas en el presente informe en el proyecto Planta de Acido Sulfúrico N° 2, particularmente los planes de puntos de inspección a cada una de las fases o especialidades de la ingeniería dan la seguridad de cumplir con las altas exigencias de los requisitos de calidad aplicables a los proyectos.

4. Los avances demostrados en el presente informe y mejor aun los resultados demostrados, hacen reflexionar sobre el paso siguiente: “Aspirar en la certificación ISO 9001:2008 de GyM”, como paso siguiente.

RECOMENDACIONES

1. Calificación de Soldadores

Antes de autorizar el inicio de soldadura todo soldador debe mostrar que está homologado en el proceso y posición que se requiere.

2. No a la bonificación por avance de soldadura!

Antes de hacer un trato por avance de soldadura se tiene que aclarar muy bien que el bono procede únicamente si la costura pasa la Inspección Visual y los END (Placas Radiográficas) correspondientes, caso contrario incurriremos en una serie de reparaciones lo cual no es conveniente.

Los bonos que se establezcan para los soldadores no debe ser por cantidad de costuras soldadas o por longitud soldada, deberá ponerse un mínimo de pulg-diámetro esperado pero no condicionado al pago del bono, porque sino tendríamos un avance aparente ya que los retrabajos serían más continuos, porque es evidente que el soldador haría más costuras pero no necesariamente todas correctas con lo que los retrabajos harían que el avance real sea menor a lo esperado.

3. RT

Se debe hacer seguimiento a los soldadores tomando placas radiográficas lo más pronto posible, el no hacerlo es un riesgo debido a que alguno de los soldadores pueda tener problemas con sus costuras y no se detectaría tiempo.

4. Grout

Se debe solicitar la presencia de los representantes del grout cementicio o epóxico, sobre todo al inicio de los trabajos para que observen que su producto se aplica de la forma indicada en sus hojas técnicas y de haber algún problema se pueda hacer el reclamo correspondiente; así mismo antes de solicitar cualquier tipo de grout, se solicitará el resultado de los últimos ensayos obtenidos con estos productos, de igual manera se debe observar la fecha de vencimiento del producto

5. Recursos para QC

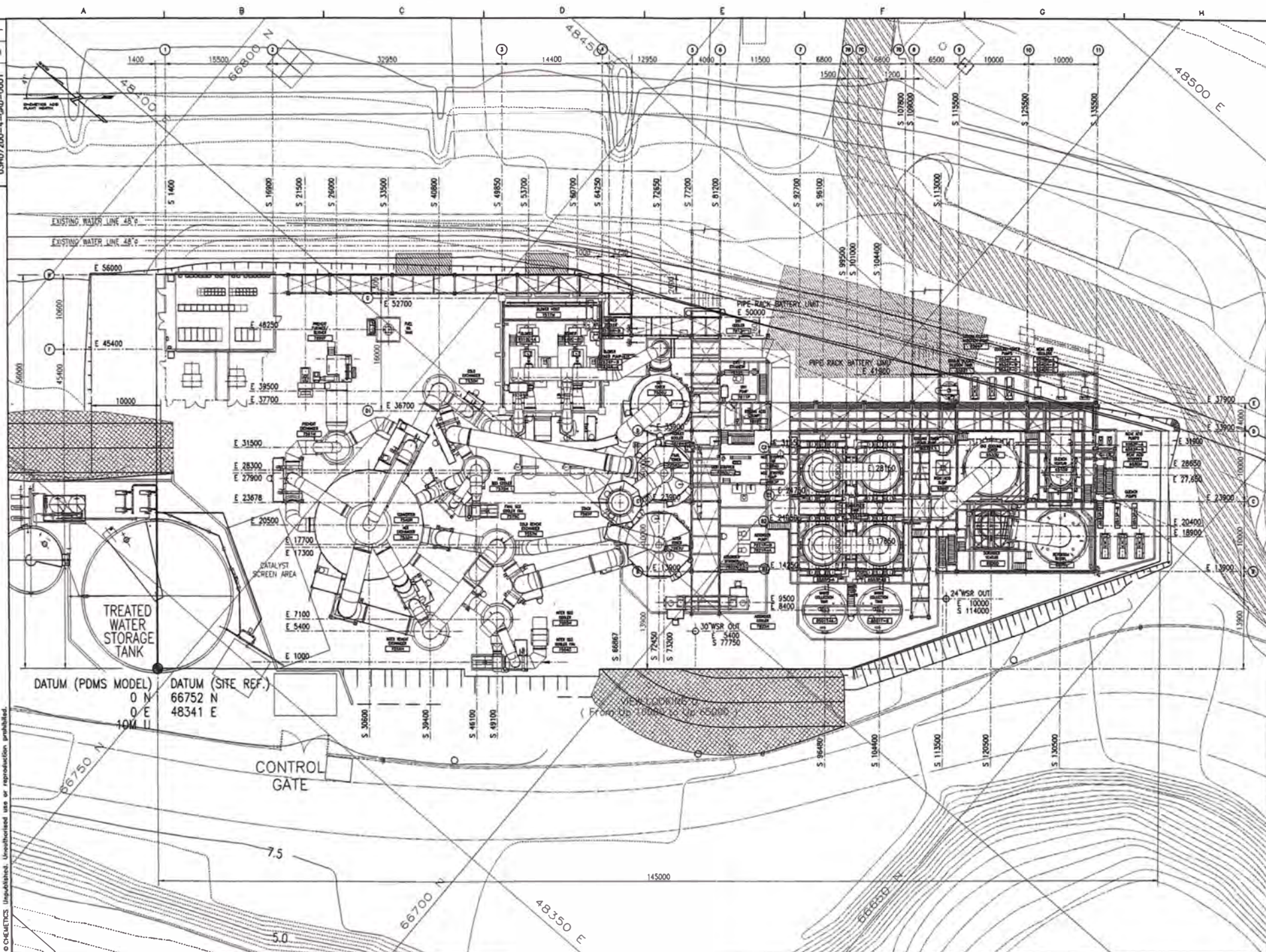
Se debe contar desde el inicio de obra con el o los asistentes necesarios para realizar el Control de Calidad en las diferentes actividades de construcción; así como con los recursos materiales como son CPU, impresora y útiles de oficina.

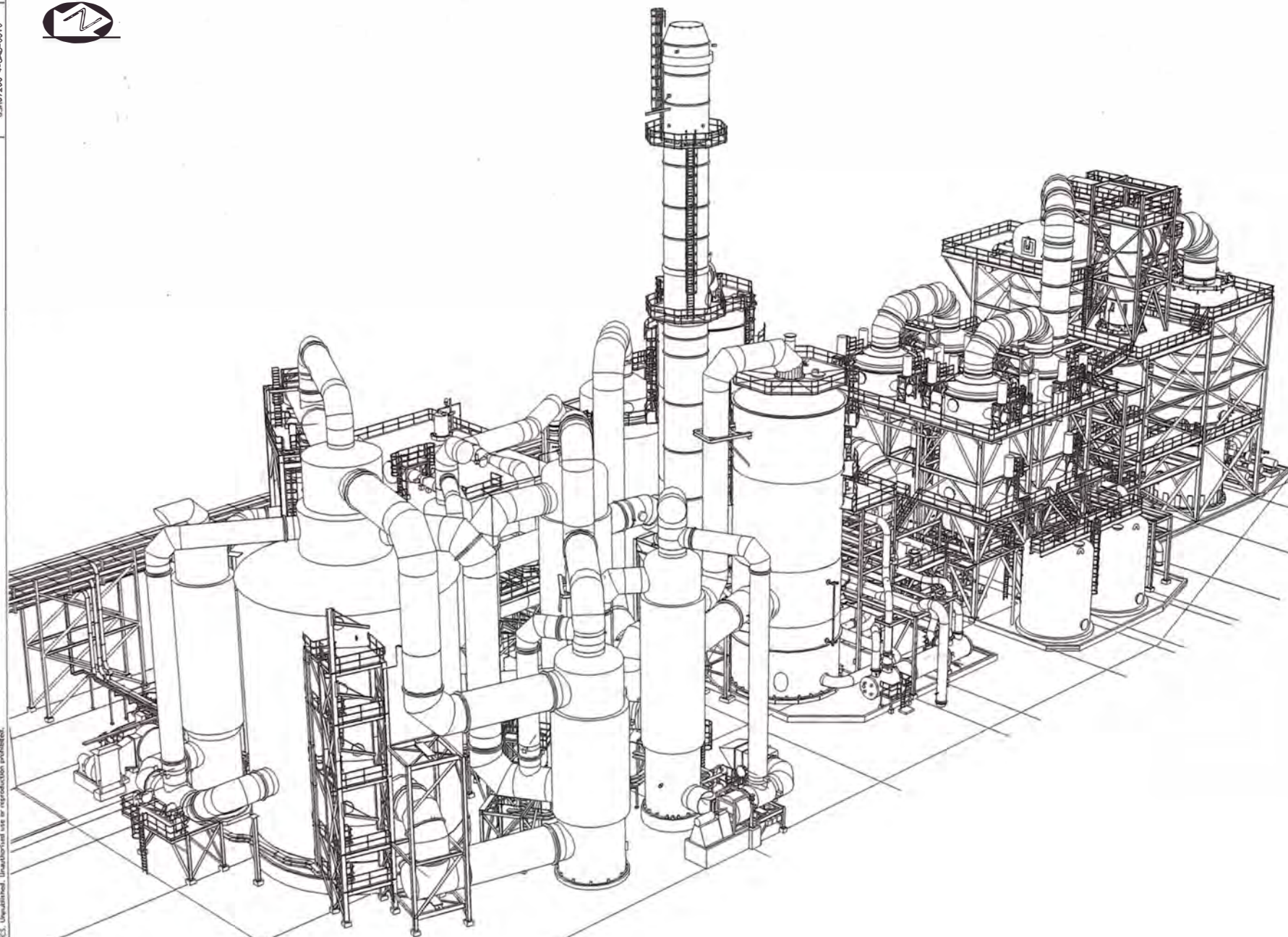
BIBLIOGRAFIA

- B1. Códigos ASME SECT.IX, AWS D1,1, ASME B31.3
- B2. Especificaciones Técnicas (Kvaerner)
- B3. Especificaciones Técnicas (Fluor)
- B4. MAC GyM (Manual de Aseguramiento y Control de Calidad GyM)
- B5. PAC's GyM (Planes de Aseguramiento y Control de Calidad GyM)
- B6. PG Procedimientos de Gestión GyM
- B7. PC Procedimientos de Control de Calidad GyM
- B8. PdC Procedimientos de Construcción GyM
- B9. Formatos GyM
- B10. Normas ISO 9000–2005
- B11. Normas ISO 9001-2008
- B12. Normas ISO 9004-2000
- B13. Normas ISO 19011-2002
- B13. PMBOK 2004

APENDICES (EN CD)

- A1. Plan de Aseguramiento y Control de Calidad (PAC)
- A2. Procedimientos de Gestión (PG)
- A3. Procedimientos de Control de Calidad (PC)
- A4. Resúmenes más importantes de la Construcción de la Planta
 - 1. Lista de Acciones Correctivas
 - 2. Índices que conforman el Dossier
 - 3. Line List
 - 4. TOP (Turner Over Package) Equipment
 - 5. Procedimientos de Construcción
 - 6. TP (Relación de líneas por paquete de prueba)
 - 7. Relación de equipos
 - 8. Relación de formatos usados
 - 9. Relación de instrumentos calibrados – certificados de calidad
 - 10. Relación de ITP
 - 11. Relación de mejora de competencias
 - 12. Relación de protocolos en forma correlativa
 - 13. Relación de transmittals
 - 14. Relación de WPS, PWR, WPQ
 - 15. Reportes de Calidad
 - 16. Reportes Radiográficos
- A5. Decálogo de la Calidad
- A6. Especificaciones Técnicas Chemetics

[illegible]

[illegible]
SOUTHERN PERU

ILO SMELTER MODERNIZATION PROJECT
PROJECT No. 532333000. TAG: +10-ACP-001

CHEMETICS

A Division of Akzo Kvaerner Canada Inc.
Vancouver, Canada

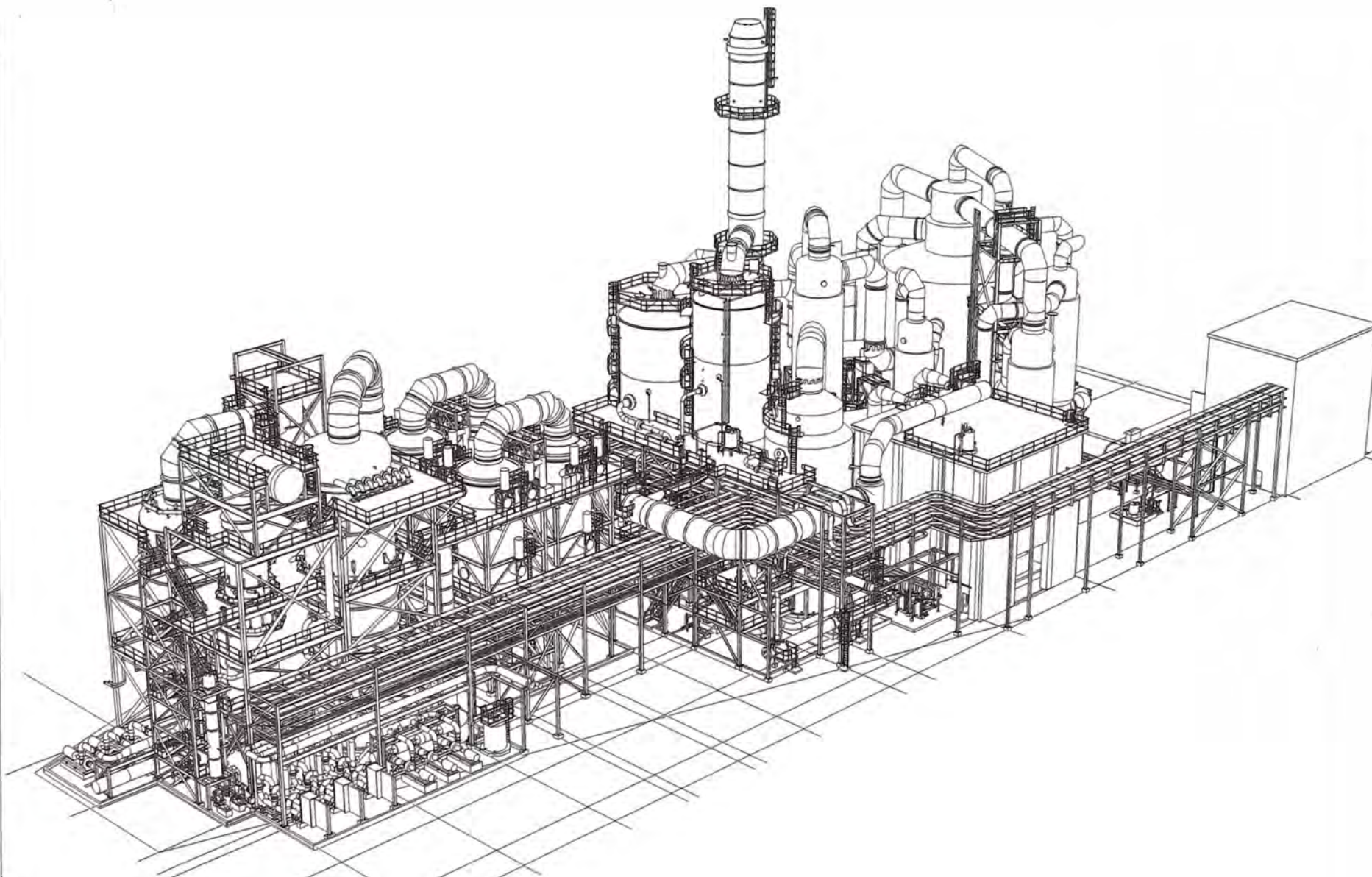
SIZE: 0	SCALE: NONE
DRAWN BY: RYAN	DATE: 1 AUG 84
CAD: BY:	DATE:
ENGINEER:	DATE:

SOUTHERN PERU COPPER CORP.
3740 MTPD SULPHURIC ACID PLANT

EQUIPMENT GENERAL ARRANGEMENT
AND STRUCTURAL CRITERIA
SITE PERSPECTIVE LOOKING S45E

DOCUMENT NUMBER	Sheet
-----------------	-------

3407200 4-GAD-0010	1
--------------------	---

[illegible]

SOUTHERN PERU
ILO SMELTER MODERNIZATION PROJECT
PROJECT No.532333000. TAG: 410-ACP-00

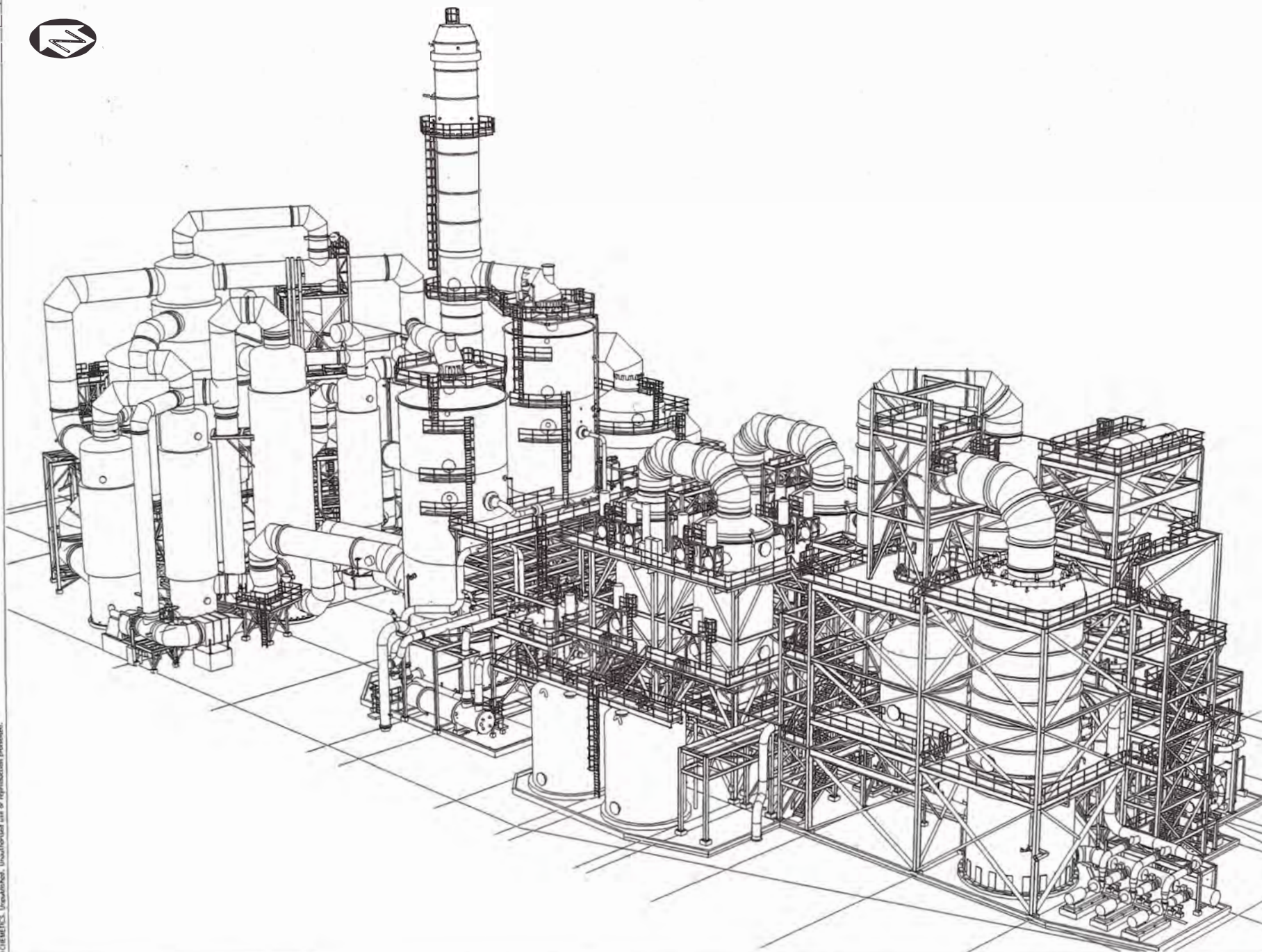
CHEMETICS
A Division of Alker Kvaerner Canada Inc.
Vancouver, Canada

SIZE: D	SCALE: NONE
DRAWN BY: RYAL	DATE: 11/10/84
CHECKED BY:	DATE:
ENGINEER:	DATE:

SOUTHERN PERU COPPER CORP.
3740 MTPD SULPHURIC ACID PLANT

EQUIPMENT GENERAL ARRANGEMENT
AND STRUCTURAL CRITERIA
SITE PERSPECTIVE LOOKING N45W

DOCUMENT NUMBER	SHEET	REV
03H07200 4-GAD-0011	1	D

[illegible]

SOUTHERN PERU
 ILO SMELTER MODERNIZATION PROJECT
 PROJECT No. 532333000, TAG: 410-ACP-00

CHEMETICS
A Division of Alkermes Canada Inc.
Vancouver, Canada

SIZE: 5	Vancouver, Canada
DRAWN BY: RYAN	SCALE: NONE
CHD. BY:	DATE: 11AUG88
ENGINEER:	DATE:

SOUTHERN PERU COPPER CORP.
3740 MTPD SULPHURIC ACID PLANT

EQUIPMENT GENERAL ARRANGEMENT
AND STRUCTURAL CRITERIA
SITE PERSPECTIVE LOOKING N45E

DOCUMENT NUMBER	SHEET	REVISION
03H07200 4-GAD-0012	1	

SECUENCIA DE AVANCE DE OBRA, **PLANTA DE ACIDO N° 2**



FOTOS 01-02-03 INICIO DE OBRAS CIVILES CON EXCAVACIONES, VACEADO DE SOLADOS E INSTALACION DE FIERRO (ENERO/FEBRERO 2005)



FOTO 04 - PANORAMICA OBRAS CIVILES AL MES DE MARZO 2005



FOTO 05 - PANORAMICA OBRAS CIVILES AL MES DE MAYO 2005



FOTO 06 - PANORAMICA OBRAS CIVILES Y MONTAJE AL MES DE AGOSTO 2005



FOTO 07 - PANORAMICA OBRAS CIVILES Y MONTAJE AL MES DE DICIEMBRE 2005



FOTO 08 - PANORAMICA OBRAS DE MONTAJE MECANICO Y ELECTRICO AL MES DE MARZO 2006



FOTO 09 - PANORAMICA OBRAS DE MONTAJE MECANICO Y ELECTRICO AL MES DE AGOSTO 2006



FOTO 10 - PANORAMICA OBRAS DE MONTAJE MECANICO Y ELECTRICO - MECHANICAL COMPLETION / NOV 2006



FOTO 11 - PLANTA DE ACIDO SULFURICO N° 2

PLANTA DE ACIDO N° 2

Convertidor de Acido (7540R), con el Hot Excanger (7532H) en la parte intermedia del Convertidor.



FOTO 12 - CONVERTER

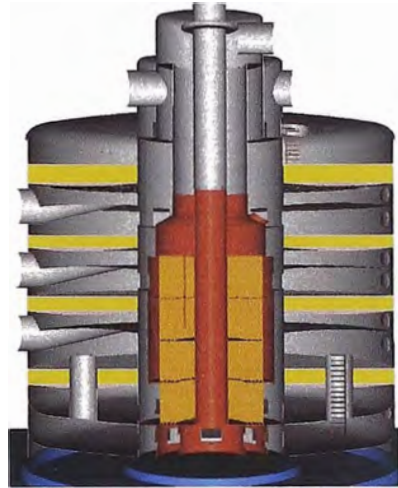


FOTO 13 - CONVERTER



FOTO 14 - CONVERTER

**Intercambiadores (Exchangers) Equipos N°s.
7530H, 7555H, 7556H, 7557H, 7575H y 7591H**

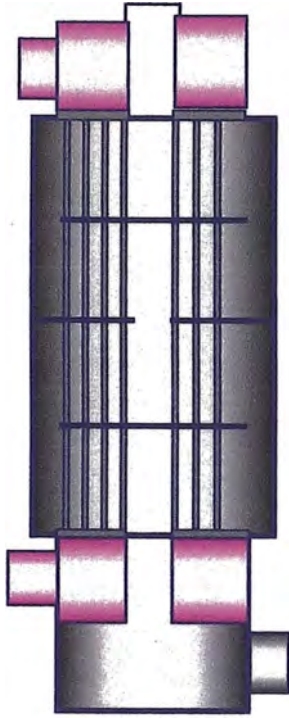


FOTO 15



FOTO 16

TORRES DE ACIDO



Dry Tower 7506U
FOTO 17



Final Tower 7585U
FOTO 18



Inter Tower 7567U
FOTO 19