

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**



**“PROYECTO DE REEMPLAZO DE LA CHIMENEA
DE 130 METROS DE ALTURA DE LA CENTRAL
TERMoeLECTRICA ILO 21”**

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE

INGENIERO MECANICO

OSCAR ADALBERTO VENTURA SOSA

PROMOCION 1999-II

LIMA-PERU

2006

Tabla de Contenido

	Página
Prólogo	1
Capítulo 1: Introducción	2
1.1 Generalidades	2
1.2 Objetivo del informe	4
1.3 Alcance del informe	5
Capítulo 2: Descripción del proyecto	6
Capítulo 3: Gerencia del proyecto	8
3.1 Inicio del proyecto	8
3.1.1 Suposiciones	10
3.1.2 Restricciones	10
3.2 Planificación del proyecto	11
3.2.1 Plan del proyecto	11
3.2.2 Plan de gestión del alcance	11
3.2.2.1 Objetivo	11
3.2.2.2 Descripción de manejo del alcance	12
3.2.2.3 Declaración de alcance	12
3.2.2.4 Estructura de descomposición del trabajo (WBS)	14
3.2.2.5 Cambios de alcance	14
3.2.2.6 Gestión de los cambios de alcance	14
3.2.2.7 Integración de los cambios de alcance al proyecto	15
3.2.2.8 Seguimiento de los cambios de alcance	16
3.2.3 Plan de gestión del tiempo	16
3.2.3.1 Objetivo	16
3.2.3.2 Definición de las actividades	16
3.2.3.3 Estimación de la duración de actividades	17
3.2.3.4 Desarrollo del cronograma	17
3.2.4 Plan de gestión del costo	17
3.2.4.1 Objetivo	17
3.2.4.2 Requerimiento de recursos	18

3.2.4.3 Estimación de costos	18
3.2.4.4 Estructura de costos del proyecto	18
3.2.4.5 Presupuesto del proyecto	18
3.2.5 Plan de gestión de riesgo	19
3.2.5.1 Objetivo	19
3.2.5.2 Análisis de riesgo	19
3.2.5.3 Identificación de riesgos	20
3.2.5.4 Evaluación de riesgos	20
3.2.5.5 Respuesta a los riesgos	21
3.2.5.6 Ocurrencia de riesgos imprevistos	22
3.2.5.7 Control y seguimiento de los riesgos	22
3.2.6 Plan de gestión de calidad	23
3.2.6.1 Objetivo	23
3.2.6.2 Organización de la calidad	23
3.2.6.3 Sistema de gestión de calidad	23
3.2.6.4 Control de la documentación de calidad	24
3.2.6.5 Identificación y trazabilidad	24
3.2.6.6 Control de los procesos de desmontaje, fabricación y montaje	25
3.2.6.7 Estado de inspección y ensayo	25
3.2.6.8 Control de dispositivos de medición y seguimiento	26
3.2.6.9 Auditorías internas	26
3.2.6.10 Control de no conformidades	27
3.2.6.11 Acciones correctivas y preventivas de calidad	27
3.2.6.12 Registros de inspección	28
3.2.7 Plan de gestión de las comunicaciones	28
3.2.7.1 Objetivo	28
3.2.7.2 Tipos y formas de comunicación	28
3.2.7.3 Comunicación externa	28
3.2.7.4 Comunicaciones formales	29
3.2.7.5 Solicitudes de información	29
3.2.7.6 Comunicaciones informales	29
3.2.7.7 Comunicación interna	30
3.2.7.8 Reuniones semanales de seguimiento	31
3.2.7.9 Informes semanales	32
3.2.7.10 Informes mensuales	33
3.2.7.11 Divulgación del plan del proyecto	33

3.2.8 Plan de gestión de recursos humanos	34
3.2.8.1 Objetivo	34
3.2.8.2 Planificación organizacional	34
3.2.8.3 Organigrama	34
3.2.8.4 Matriz de responsabilidades	35
3.2.8.5 Procedimiento para reclutamiento del staff	35
3.2.8.6 Personal requerido	36
3.2.9 Plan de gestión de la procura	36
3.2.9.1 Objetivo	36
3.2.9.2 Planificación de la procura	37
3.2.9.3 Solicitación	37
3.2.9.4 Administración de subcontrato	38
3.3 Ejecución del proyecto	39
3.3.1 Sistema de autorización de trabajos	39
3.3.2 Reuniones de revisión de estado	40
3.3.3 Resultado del trabajo	40
3.3.4 Solicitudes de cambio	41
3.3.5 Reportes del proyecto	41
3.3.6 Gestión de la subcontratación	41
3.4 Control del proyecto	43
3.4.1 Verificación del alcance	44
3.4.2 Control de cambios	44
3.4.3 Control del cronograma	44
3.4.4 Control de costo	45
3.4.5 Control de calidad	45
3.4.6 Reportes de performance	45
3.4.7 Control y monitoreo del riesgo	46
3.5 Cierre del proyecto	46
3.5.1 Cierre administrativo	46
3.5.2 Cierre del contrato	47
Capítulo 4: Procedimientos del trabajo	48
4.1 Procedimiento de desmontaje de ducto antiguo	48
4.1.1 Facilidades para el desmontaje	48
4.1.2 Descripción de procedimiento	49
4.2 Procedimiento de fabricación en sitio del ducto nuevo	54
4.2.1 Previos a la fabricación	54

4.2.2 Desarrollo de la fabricación	54
4.3 Procedimiento de instalación de aislamiento térmico de ducto nuevo	57
4.3.1 Facilidades para instalación de aislamiento térmico	57
4.3.2 Descripción de procedimiento	57
4.4 Procedimiento de montaje de ducto nuevo	58
4.4.1 Facilidades para el montaje	58
4.4.2 Procedimiento de montaje	58
Capítulo 5: Resultados del proyecto	67
5.1 Estructura de costos del proyecto	67
Conclusiones	78
Bibliografía	81
Apéndices	
Apéndice 1 – Plan de seguridad	
Apéndice 2 – Figuras (Figuras 1 a 24)	
Apéndice 3 – Tablas (Tablas 1 a 10)	
Apéndice 4 – Planos del proyecto	
Apéndice 5 – Información sobre equipo de izaje	
Apéndice 6 - Chequeo de elementos críticos	

PRÓLOGO

El presente informe se basa en la experiencia adquirida participando en un proyecto real, y que como todos los proyectos, constituye una experiencia única y digna de ser conocida.

En el Capítulo I, se describen aspectos generales para introducir al lector en el proyecto, además se indican los objetivos y alcances del mismo; en el Capítulo II, se describe brevemente el proyecto y se perfila el enfoque que tendrá; en el Capítulo III, se desarrolla el cuerpo del proyecto basado en la metodología de Gerencia de Proyectos, en él se integran todas las fases del proyecto desde el inicio hasta el final del mismo; en el Capítulo IV, se hace una descripción detallada de los procedimientos más importantes para una exitosa ejecución de los trabajos; en el Capítulo V, se detalla la estructura de costos del proyecto para obtener el valor estimado del proyecto; y finalmente, se incluyen recomendaciones y conclusiones del informe así como también planos referenciales e información de interés para los interesados en el proyecto.

CAPITULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1 Generalidades

La Central Termoeléctrica Ilo 21, se encuentra ubicada en el departamento de Moquegua, a 25 kms del puerto de Ilo por la carretera Costanera que une el puerto de Ilo y la ciudad de Tacna.

Entre los años 1999 y 2000, se llevaron a cabo los trabajos de construcción de la central termoeléctrica Ilo 21 la cual trabaja con ciclo a vapor simple empleando carbón como combustible y cuya primera etapa ejecutada tiene una capacidad de generación de 100 MW, los cuales abastecen al sistema interconectado del sur y las operaciones mineras de Southern Peru Limited. Esta central es propiedad de Enersur, la cual es parte de la transnacional belga Tractebel, que se adjudicó en 1998 la generación de energía para Southern Peru Limited.

Entre las construcciones más resaltantes de esta central se encuentran un muelle de casi 1,5 kilómetros, el caldero con su correspondiente edificio de poco más de 50 metros de altura y una chimenea de 130 metros de altura.

La chimenea de escape de gases de la central termoeléctrica consta de un ducto metálico cilíndrico de acero de 130 metros de altura con aislamiento térmico de lana mineral, el cual se encuentra al interior de una cubierta de concreto de forma tronco cónica de 128 metros de altura; cuenta también con una escalera de para

acceso a la cima de la chimenea y con dos plataformas, una en el nivel 64 metros que además sirve para muestreo de los gases de escape y mantenimiento de las luces de baliza en ese nivel, y otra plataforma en el nivel 127 metros.

Actualmente la chimenea recibe los gases de la primera etapa de la central pero se encuentra en la capacidad de recibir también los gases de la segunda etapa. Cuando se construyó la central, se estimó la vida útil de la chimenea en 15 años, por lo tanto se espera que después del año 2015 se tenga que efectuar el reemplazo del cañón de la chimenea.

Durante los trabajos de construcción de la central, la empresa Hitachi de procedencia japonesa a través de Hitachi Sucursal del Perú, como agente de Enersur, encomendó a Commonwealth Dynamics Inc., el diseño y construcción de la chimenea de escape de gases. Commonwealth es una empresa norteamericana especializada en el diseño y montaje de chimeneas a nivel mundial; para la ejecución de los trabajos en Ilo, constituyó Commonwealth Power Perú, con sede en Ilo, la cual tenía a su cargo la construcción completa de la chimenea, lo cual incluía los trabajos civiles y los trabajos metal-mecánicos.

Los trabajos civiles fueron encomendados a la constructora Sagitario y los trabajos metal-mecánicos a la empresa Haug S.A. En ambos casos Commonwealth Dynamics Inc., realizó el diseño y la ingeniería de detalle, entregando planos aprobados para construcción, además contribuyó con parte del equipamiento para la ejecución de los trabajos. Para los trabajos civiles proporcionó un encofrado deslizante de accionamiento hidráulico con asistencia técnica de procedencia tailandesa; y para los trabajos metal-mecánicos proporcionó el equipo de izaje adecuado para el montaje del ducto metálico de la chimenea; asimismo para uso

general se instaló un ascensor para facilitar el acceso desde el nivel cero hasta la cima de la chimenea, el que fue instalado conforme se avanzaba con la aplicación de concreto.

Los trabajos de fabricación en taller, fabricación en sitio y montaje del ducto metálico de la chimenea, que incluía el aislamiento térmico y accesorios como las plataformas, la escalera de gato exterior y las luces de baliza, se desarrollaron entre Abril de 1999 y Enero del 2000 y la puesta en servicio de la chimenea data de mediados del 2000 (entre Julio y Agosto del 2000)

1.2 Objetivo del informe

El objetivo del presente informe es presentar la estructura de gestión del proyecto de reemplazo del ducto metálico de la chimenea de la central termoeléctrica Ilo 21.

Este trabajo esta apoyado en el conocimiento adquirido y las prácticas desarrolladas durante la ejecución de los trabajos de fabricación y montaje.

El marco de referencia del presente informe lo constituye la metodología estructurada de Gerencia de Proyectos, según el PMBOK (Project Management Body of Knowledge) del PMI (Project Management Institute), entidad reconocida mundialmente como líder en buenas prácticas de Gerencia de Proyectos.

El presente informe plantea una alternativa de ejecución, la cual esta basada en como se ejecutaron realmente los trabajos de fabricación y montaje en sitio de la chimenea, dando además a conocer los pormenores de un proyecto “sui generis” en nuestro medio.

Es también, intención del informe ser una guía de referencia para quienes en el futuro ejecuten el proyecto de reemplazo del ducto metálico de la chimenea y tengan la oportunidad de participar en el proyecto; a sabiendas de que esta concebido de acuerdo a los recursos actuales de los que se disponen en trabajos metal-mecánicos; los que como seguramente ocurrirá, serán superados en el futuro.

1.3 Alcance del informe

El alcance del presente informe lo constituye la descripción detallada de la secuencia de actividades que se deberían considerar en el proyecto, de acuerdo a la metodología de Gerencia de Proyectos, para completar la ejecución satisfactoria de los trabajos del proyecto de reemplazo del ducto metálico de la chimenea de 130 m. de la central Termoeléctrica Ilo 21.

El informe cubre los trabajos de reemplazo del ducto metálico de la chimenea; esto es, el desmontaje del ducto existente, la prefabricación en taller, fabricación en sitio y montaje del nuevo ducto de la chimenea. Fases previas como, la ingeniería básica, el diseño, la ingeniería de detalle; y posteriores como, el comisionado y puesta en servicio de la chimenea, no son materia del presente informe.

Se procura en el informe el uso de una terminología adecuada y que es básicamente entendida por quienes están inmersos en el ambiente metal-mecánico.

CAPITULO 2

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto comprende la ejecución completa de los trabajos metal-mecánicos de desmontaje del ducto metálico existente de la chimenea de 130m. de altura, la prefabricación en taller, fabricación en sitio y montaje del nuevo ducto metálico de la chimenea.

Para ello se ha previsto la organización del proyecto según los lineamientos del estándar ANSI para Gerencia de Proyectos: PMBOK (Project Management Body of Knowledge) del PMI (Project Management Institute)

Se agruparan las actividades del proyecto de acuerdo a las fases características de un proyecto que constituyen: el *Inicio*, *Planificación*, *Ejecución*, *Control y Cierre* del proyecto.

La perspectiva del presente trabajo será enfocada bajo la consideración de la empresa metal-mecánica que es contratada para la ejecución del proyecto; por ello, el *Inicio* será considerado desde la obtención del contrato para la ejecución de los trabajos, donde se indicarán además las restricciones y suposiciones que se tendrán en consideración; la *Planificación* estará referida a las actividades de la empresa metal-mecánica contratista para cumplir con lo requerido por el cliente; la *Ejecución* comprenderá el desarrollo por parte del contratista de las actividades planificadas, para llevar a buen término el proyecto; el *Control*, estará referido a las labores

necesarias para monitorear que la ejecución siga los lineamientos requeridos por el proyecto y retroalimentar a procesos como planificación y ejecución; y por último el *Cierre* comprenderá las labores administrativas finales de proyecto y la consiguiente entrega a satisfacción del cliente de los trabajos del proyecto.

Se detallan también los procedimientos de trabajo que se consideran centrales para llevar a cabo la ejecución adecuada de los trabajos, además se precisa realizar cálculos básicos para asegurar que los trabajos se realizan en un entorno seguro.

CAPITULO 3

GERENCIA DEL PROYECTO

3.1 Inicio del Proyecto

El inicio del proyecto, considera que el propietario de la central termoeléctrica Ilo 21, en adelante “el cliente” requiere reemplazar el ducto metálico de la chimenea de escape de gases, como parte del proceso de mantener sus instalaciones completamente operativas, para lo cual deberá contratar a una empresa especializada en trabajos de fabricación y montaje metal-mecánicos, en adelante “el contratista”.

Como ya se ha mencionado anteriormente, en el presente informe se aborda el proyecto, como parte de las operaciones de una empresa metal-mecánica que es contratada para la ejecución de los trabajos.

Para el caso del presente proyecto consideraremos que el contrato entre ambas partes incluirá términos de referencia o condiciones similares a las que se describen líneas abajo:

- El cliente ha firmado un contrato con el contratista metal-mecánico encargado de la ejecución de los trabajos.
- El contratista deberá presentar previo al inicio de los trabajos, la planificación del proyecto, para su aprobación por el cliente.

- El contratista deberá presentar al cliente los seguros, complementario de riesgo y salud de todos sus trabajadores, previo a la emisión de los fotochecks de sus trabajadores.
- El cliente suministrará los siguientes equipos especiales para el proyecto: ascensor (similar a Alimac) de dos canastillas, a ser instalado exteriormente a la chimenea con todos sus accesorios; y el equipo completo de izaje que incluye el equipo hidráulico, las gatas de cable, los cables de izaje y las barras de sujeción de alta resistencia.
- El cliente entregará los planos de la chimenea existente.
- El cliente entregará un área adecuada adyacente a la chimenea, para permitir los trabajos de fabricación en sitio, así como también para el desmantelamiento del ducto metálico antiguo de la chimenea.
- El cliente entregará energía eléctrica a pie de obra.
- El contratista será responsable por la completa y correcta ejecución de los trabajos
- El contratista proporcionará todos los equipos, herramientas y personal para la ejecución de los trabajos.
- El contratista se compromete a abonar puntualmente las remuneraciones de sus empleados y obreros de acuerdo a lo indicado en la legislación vigente, lo cual incluye seguros, beneficios sociales, etc.
- El contratista deberá proveer a su personal, las facilidades de comedor y SSHH en obra, en áreas aprobadas por el cliente.

- El contratista deberá proveer movilidad a su personal y mantener en obra al menos una camioneta para evacuación rápida en caso de emergencia.
- En caso de contar con subcontratistas, el contratista presentará previamente al cliente a la empresa subcontratista para su aprobación.

3.1.1 Suposiciones

Para la ejecución del presente proyecto se tendrá en cuenta las siguientes suposiciones:

- La obra civil no ha sufrido deterioro y se encuentra apta para ser usada en las maniobras de desmontaje y montaje
- El cliente entregará áreas adecuadas adyacentes a la chimenea para las labores del proyecto.
- El cliente habrá cegado y eliminado toda posibilidad de ingreso de gases a través del ducto de la chimenea.
- La parte interior del ducto metálico existente no presenta mayor acumulación de cenizas u hollín, por lo que no se requiere equipos especiales de respiración asistida para los trabajos en el interior del ducto.

3.1.2 Restricciones

Para la ejecución de los trabajos deberán tenerse en cuenta las siguientes restricciones:

- La chimenea deberá salir de operación el menor tiempo posible. El cliente considera que el plazo máximo de inoperatividad de la chimenea será de tres

meses calendario, el cronograma de desmontaje y montaje deberá tener esta restricción en cuenta.

- El cliente ha estipulado una multa de 0,5% del monto del contrato por día calendario de retraso en la puesta en servicio del nuevo ducto de la chimenea, hasta un máximo del 10% del valor del contrato.
- Por tratarse de un trabajo de alto riesgo, el cliente obliga al contratista a tener como mínimo un día de descanso a la semana, tanto para el personal obrero como empleado.

3.2 Planificación del proyecto

3.2.1 Plan del Proyecto

El plan del proyecto constituye el documento base para llevar a cabo, la ejecución del proyecto; además es el eje de la integración del proyecto ya que incorpora los diferentes planes particulares de gestión, tales como:

- Plan de gestión del alcance
- Plan de gestión del tiempo
- Plan de gestión del costo
- Plan de gestión del riesgo
- Plan de gestión de la calidad
- Plan de gestión de las comunicaciones
- Plan de gestión de los recursos humanos
- Plan de gestión de la procura

3.2.2 Plan de gestión del alcance

3.2.2.1 Objetivo

Establecer como será definido y gestionado el alcance durante la ejecución del proyecto, de tal manera que se asegure que los entregables del proyecto cumplirán todos los requisitos y expectativas del cliente.

3.2.2.2 Descripción del manejo del alcance

El alcance estará definido por los documentos que formaron parte de la petición de oferta (Memoria Descriptiva, Planos, Especificaciones Técnicas, Normas), la oferta misma del contratista, las respuestas a consultas de los ofertantes, y todos los documentos citados en el contrato entre las partes.

Para determinar el alcance del proyecto, el contratista y el cliente convendrán en la emisión de la siguiente documentación:

- Declaración de Alcance del proyecto.
- WBS (Work Breakdown Structure): Descomposición estructurada de los entregables físicos del proyecto, de mayor a menor, hasta el nivel de paquetes de trabajo (nivel inferior de la estructura de los entregables).

3.2.2.3 Declaración de Alcance

El proyecto de reemplazo del ducto metálico de la chimenea de la central termoeléctrica Ilo 21 es uno de los objetivos primarios del plan de mantenimiento de las instalaciones del cliente y constituye a la vez parte de las operaciones del contratista metal-mecánico.

El proyecto comprenderá lo siguiente:

- Planificación del proyecto, según el estándar PMBOK del PMI.
- Suministro, habilitado, fabricación, montaje y desmontaje de facilidades temporales de obra tales como: plataformas de trabajo, estructura de soporte, rieles, etc.
- Montaje y desmontaje de los equipos especiales suministrados por el cliente (ascensor y equipo de izaje)
- Desmontaje y montaje de cerramientos laterales y sectores de ducto de ingreso de gases.
- Desmontaje del ducto metálico de la chimenea existente.
- Suministro, habilitado en taller, fabricación en sitio y montaje del nuevo ducto metálico de acero de la chimenea.
- Suministro e instalación de aislamiento térmico para el nuevo ducto metálico de la chimenea.
- Disposición final de material excedente de fabricación en sitio y del ducto metálico antiguo de la chimenea; según lo indique el cliente, dentro de los límites de su propiedad.
- Cierre del proyecto y entrega del dossier de calidad.

El contratista es responsable por suministrar el material de acuerdo a lo especificado en los planos del diseñador (el propietario proporcionará los planos del diseñador), así como los consumibles y equipos necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.

Se tiene el compromiso ineludible de completar los trabajos en un plazo máximo de 4 meses, considerando que la chimenea sólo puede estar fuera de servicio un máximo de 3 meses. Se tiene además el compromiso de seguridad de “cero accidentes”, existiendo severas penalidades en caso se tuvieran accidentes con tiempo perdido.

Se considerará que durante el tiempo de servicio la obra civil no ha sufrido deterioro y se encuentra apta para los trabajos de montaje.

3.2.2.4 Estructura de Descomposición del Trabajo (WBS)

En la estructura de descomposición del trabajo se organiza el alcance del proyecto, ya que el entregable principal se subdivide en partes u otros entregables, de tal manera que se pueda apreciar cuales deben realizarse para completar el proyecto. Para el caso de este proyecto se ha estructurado tratando de cubrir la totalidad de entregables nombrados en la declaración de alcance del proyecto.

El proyecto consistirá en la realización de todos y cada uno de los paquetes de trabajo. Todo lo que no aparezca en el WBS, no será parte del proyecto, y todo lo que aparezca en él, deberá ser ejecutado y controlado por el contratista y aprobado por el cliente. El WBS para el proyecto se muestra en al figura 1.

3.2.2.5 Cambios de alcance

Durante el desarrollo del proyecto pueden presentarse cambios de alcance, los cuales deben ser documentados e integrados al plan del proyecto, ya que ellos pueden implicar modificar el tiempo, el costo y/o la calidad de los trabajos.

3.2.2.6 Gestión de los cambios de alcance

Al identificarse un cambio de alcance, deberá generarse el documento del cliente denominado Hoja de Solicitud de Cambio (HSC), el cual tiene dos etapas: la solicitud y la evaluación.

- Solicitud: El cambio puede ser solicitado por el cliente a través de su supervisión, o solicitado por el contratista. El solicitante deberá cumplimentar la hoja de solicitud de cambio (HSC), cuyo formato se muestra en la figura 2. El seguimiento del estado de las HSC será realizado durante la reunión semanal del proyecto.
- Evaluación: tanto si es el contratista o el cliente el solicitante, será el contratista quién debe evaluar sus consecuencias en cuanto a tiempo y costo, con los correspondientes cálculos justificativos.

El cliente recepcionará, y aprobará o rechazará la HSC, la cual debe indicar el impacto en el alcance, el costo y el tiempo que los cambios podrían generar. Una vez aprobados o rechazados los cambios, será el supervisor correspondiente del cliente quien comunicará al ingeniero residente del contratista, o en quién éste delegue, la conclusión, entregándole una copia con cargo de la HSC aprobada o rechazada.

3.2.2.7 Integración de los cambios de alcance al proyecto

Una vez aprobada la HSC por el cliente, deberá ser integrada al proyecto, y de requerirse, se modificará las líneas base del alcance, del tiempo ó del costo.

Todos los cambios que impliquen modificaciones a las líneas base de alcance (WBS), tiempo (cronograma), y costos (presupuesto), deberán ser reflejados por el

contratista, revisando las citadas líneas base según corresponda. Cada modificación a una línea base implicará una revisión del Plan del Proyecto. El documento obsoleto deberá quedar archivado, y la nueva revisión formará parte del Plan mientras esté en vigor.

3.2.2.8 Seguimiento de los cambios de alcance

El contratista preparará un cuadro de control de las HSC, según se muestra en la figura 3.

En todas las reuniones semanales, el contratista entregará una copia del cuadro de control de las HSC, en la que se reflejará el estado al día de cada una de ellas. En la agenda de la reunión semanal habrá siempre un apartado dedicado a los cambios de alcance.

3.2.3 Plan de gestión del tiempo

3.2.3.1 Objetivo

Establecer como será definido y gestionado el tiempo durante la ejecución del proyecto, de tal manera de asegurar la culminación del proyecto en la fecha requerida por el cliente.

3.2.3.2 Definición de las actividades

De acuerdo a los entregables identificados en el WBS se definirán las actividades requeridas para lograr producirlos listándolas agrupadas.

En la tabla 1 se listan las actividades agrupadas por entregables, en ella se muestran incluso las actividades para producir los entregables de gestión, aunque estos son parte del desarrollo de las labores del staff.

3.2.3.3 Estimación de la duración de actividades

La duración de actividades para el proyecto será estimada en horas hombre. Para cada actividad se ha estimado una cantidad de horas hombre de mano de obra directa, la misma que se muestra en la tabla 2; en ella no se han considerado las horas para los entregables de gestión, ya que estas son parte de las funciones del staff.

3.2.3.4 Desarrollo del cronograma

El cronograma del proyecto será el resultado de establecer las precedencias adecuadas entre las actividades con su respectiva duración.

El cronograma constituye la línea base del tiempo y será realizado, teniendo en cuenta los recursos que se asignarán al proyecto para alcanzar la fecha objetivo requerida por el cliente.

El cronograma del proyecto se muestra en la carta Gantt de la figura 4, en ella se marca la ruta crítica del proyecto, sobre la que se tendrá especial atención.

3.2.4 Plan de gestión del costo

3.2.4.1 Objetivo

Establecer pautas para la estructuración y gestión de los costos del proyecto durante toda la ejecución.

3.2.4.2 Requerimiento de recursos

Durante la fase de planeamiento de los recursos, se determinan los tipos y cantidades de los recursos que se requieren para cada entregable del WBS, es conveniente por ello, determinar para cada actividad los recursos necesarios y establecer un requerimiento de recursos en función a ello.

Para el proyecto, el contratista requerirá personal staff y obrero, máquinas, equipos (propios y alquilados), herramientas, consumibles y facilidades propias de los proyectos metal-mecánicos.

En la tabla 3, se muestran los recursos humanos necesarios para el proyecto, la mano de obra directa se muestra por grupos de trabajo y se ha vinculado a la lista de actividades. Se muestra también la mano de obra indirecta que incluye al personal de staff.

En la tabla 4, se muestran los equipos mayores que se requerirán en obra durante el desarrollo del proyecto y que son suministrados por el contratista.

3.2.4.3 Estimación de costos

Para la estimación de costos se ha previsto emplear ratios de mercado, tanto para los recursos humanos como para los equipos a emplear.

En la tabla 5, se muestran los costos asociados a los recursos del proyecto.

3.2.4.4 Estructura de costos del proyecto

La estructura de costos se muestra en detalle en el capítulo 5, y es donde se determinará el presupuesto del proyecto.

3.2.4.5 Presupuesto del proyecto

El presupuesto de costos, es la línea base del costo y es el resultado de la sumatoria de todos los costos en que se incurrirán durante el proyecto. En el capítulo 5 se muestra el presupuesto del proyecto, agrupado por partidas con su correspondiente estructura de costo.

3.2.5 Plan de gestión del riesgo

3.2.5.1 Objetivo

Definir las acciones a llevar a cabo para gestionar adecuadamente los riesgos durante la ejecución del proyecto, y cómo se debe estructurar toda la información generada en la gestión de riesgos.

3.2.5.2 Análisis de riesgo

El análisis de riesgo debe ser concensuado entre el cliente y el contratista, y debe realizarse atendiendo cada paquete de trabajo del proyecto, los mismos que serán los indicados en el WBS. Las fases de análisis de riesgo son:

- Identificación de riesgos
- Evaluación de los riesgos.
- Respuestas a los riesgos detectados

Todo el proceso se realizará en reuniones conjuntas de los equipos del proyecto, tanto del contratista como del cliente.

Finalmente, hay que establecer las acciones de seguimiento y control de los riesgos y sus respuestas.

3.2.5.3 Identificación de Riesgos

La identificación de los riesgos debe realizarse después de haber realizado el plan de comunicaciones, el de calidad, y haber determinado las líneas base de alcance (WBS), tiempo (cronograma) y costo (presupuesto).

Se iniciará la reunión de identificación de riesgos con una tormenta de ideas con el fin de detectar toda una gama de riesgos que pudieran afectar, positiva ó negativamente a cada uno de los paquetes de trabajo del WBS.

El entregable de esta fase es el RBS o estructura de descomposición de riesgos, finalizado y consensuado entre contratista y cliente. El RBS para el presente proyecto se muestra en la figura 5

3.2.5.4 Evaluación de los riesgos

Se trata básicamente en un análisis cualitativo de los riesgos incluidos en la lista de riesgos. Consiste en analizar cada riesgo en los siguientes términos:

- Impacto ó gravedad del mismo. Es decir, los efectos que pudieran producirse e impactar notablemente el proyecto en caso de producirse el evento.
- Probabilidad de ocurrencia del evento desencadenante del riesgo.

Según su impacto ó gravedad, cada riesgo debe ser catalogado como de muy grave a muy leve. El nivel del riesgo será catalogado por índices de 5, 4, 3, 2 y 1; correspondientes a, muy grave, grave, medio, leve, y muy leve, respectivamente.

La probabilidad de ocurrencia tiene una puntuación de 0 a 1, siendo el índice 1 una probabilidad muy alta de ocurrencia y el 0 imposible de que ocurra. Se usarán

los índices 0,2; 0,4; 0,6 y 0,8; para las probabilidades, muy baja, baja, media y alta respectivamente.

Una vez evaluados los riesgos, por impacto y probabilidad se procederá a calcular el coeficiente de riesgo que resulta de multiplicar impacto por probabilidad. En función del coeficiente obtenido se procederá a realizar un ranking de riesgos, de mayor a menor. Para el presente proyecto se muestra la evaluación y respectivo ranking de riesgos en la tabla 6

3.2.5.5 Respuesta a los riesgos

La respuesta a cada riesgo será tratada individualmente y especificada en detalle, especialmente de aquellos que estén primeros en el ranking de riesgos.

Estas respuestas se centrarán en las siguientes categorías:

- Eliminar o mitigar los riesgos de mayor coeficiente.
- Establecer planes de contingencia para los riesgos con un coeficiente medio.
- Aceptar los riesgos de coeficiente bajo.

Eventualmente, si no se encuentra solución a un riesgo de alto coeficiente, se debe aceptar, pero aquí la supervisión debe ser muy rigurosa y así debe quedar reflejado en el plan.

El entregable de esta fase es una Lista con los Riesgos, sus Respuestas y el Responsable. Las funciones de este responsable son las siguientes:

- Implementar las acciones para eliminar o mitigar el riesgo.
- Hacer seguimiento del riesgo y encargarse de elaborar y aplicar el plan de contingencia en función de que el riesgo se produzca.

- Hacer seguimiento al riesgo y reportar cualquier cambio que implique un cambio en el coeficiente del riesgo, tanto porque ha aumentado o disminuido su gravedad como su probabilidad.
- Reportar la ocurrencia del riesgo o su eliminación total (si es que ya ha pasado la posibilidad de que pueda ocurrir).

Generalmente la responsabilidad del riesgo debe caer en un miembro de cada equipo del proyecto (del cliente y el contratista). La lista de riesgos, sus respuestas y responsables, para el presente proyecto se muestra en la tabla 7.

3.2.5.7 Ocurrencia de Riesgos Imprevistos

En caso de ocurrencia de riesgos graves imprevistos, se deberá reunir un comité de riesgos integrado por el gerente de proyecto e ingeniero residente por el contratista, más el jefe de proyecto y quien este considere necesario, por el lado del cliente. Este comité deberá evaluar y elaborar una respuesta al riesgo ocurrido, además de designar a un responsable del riesgo.

El riesgo deberá ser incluido en el RBS después de haberle asignado un responsable y determinado el tipo de respuesta.

3.2.5.8 Control y Seguimiento de los Riesgos

Cualquier respuesta a los riesgos que genere un cambio en la línea base del proyecto, deberá ser reportada mediante la HSC al cliente. Una vez aprobado el cambio se procederá a cambiar la línea base del proyecto con todo lo que ello implica.

En las reuniones semanales del proyecto se llevará el seguimiento de los riesgos, dando cuenta del estado y de las acciones llevadas a cabo para cada riesgo. Si alguno de los responsables del riesgo determina que debe darse un cambio de valoración del riesgo deberá indicarlo en las reuniones semanales donde se decidirá si se cambia el coeficiente del riesgo. De tenerse un nuevo coeficiente se modificará el RR y la respuesta, si procede.

3.2.6 Plan de gestión de calidad

3.2.6.1 Objetivo

Establecer los lineamientos necesarios para registrar y controlar los trabajos desarrollados durante el proyecto, garantizando el cumplimiento de las especificaciones técnicas del cliente.

3.2.6.2 Organización de calidad

Para la administración y control del presente plan el contratista ha designado a un ingeniero de control de calidad, el cual contará con un inspector de soldadura asistente, ellos serán los encargados de llevar a cabo todos los controles aplicables a este proyecto, además de la organización y entrega final del Dossier de Calidad.

3.2.6.3 Sistema de gestión de calidad

Para el presente proyecto se ha elaborado un plan de gestión de calidad específico, dicho plan se engloba dentro del Plan del Proyecto que sigue las pautas recomendadas por el PMI según el PMBOK.

El plan de gestión de calidad del proyecto esta conformado por:

- Plan de gestión de calidad
- Plan de puntos de inspección
- Registros de calidad

3.2.6.4 Control de la documentación de calidad

La gestión documental de calidad del proyecto estará en concordancia con el plan de gestión de las comunicaciones. Los registros que se generen durante los trabajos del proyecto serán visados por el inspector de calidad, el ingeniero residente y la supervisión del cliente. Antes del inicio de los trabajos se acordará con el cliente la frecuencia de entrega de los registros para su revisión a la supervisión.

Los documentos firmados por la supervisión, serán archivados por el contratista en el dossier de calidad, el cual forma parte de los entregables del proyecto. Culminados los trabajos se entregará al cliente el dossier original y el contratista archivará una copia del mismo (tiempo mínimo de archivo: 5 años).

3.2.6.5 Identificación y trazabilidad

El contratista establecerá un sistema de control de materiales, elementos y procesos que formarán parte del proyecto, bajo la premisa de demostrar el uso de materiales y procesos adecuados a los requerimientos del cliente y a las buenas prácticas metal-mecánicas.

Todo el material adquirido para el proyecto contará con certificados de calidad de origen, antes de prefabricarlo se registrará en que parte del proyecto es empleado.

Las juntas soldadas serán plenamente identificadas, cada junta debe señalar código de junta y código de soldador. Todo el material que sea prefabricado en taller, será enviado a obra con los registros de calidad que se hubieren generado, de acuerdo a los planes de puntos de inspección.

3.2.6.6 Control de los procesos de desmontaje, fabricación y montaje

En la ejecución de los procesos a lo largo del proyecto se aplicarán los planes de puntos de inspección (PPI) aprobados y que se muestran en la tabla 8. Estos documentos definen los controles y pruebas que se deben realizar a través de todo el proyecto; quedando constancia de las inspecciones realizadas en los respectivos registros de calidad indicados en dichos documentos. Los planes de puntos de inspección para el proyecto han sido agrupados de la siguiente manera:

- PPI-01. Recepción de materiales
- PPI-02. Actividades previas al inicio de la soldadura
- PPI-03. Fabricación (taller y obra)
- PPI-04. Desmontaje del ducto de la chimenea
- PPI-05. Montaje del ducto de la chimenea
- PPI-06. Inspección final y entrega

3.2.6.7 Estado de inspección y ensayo

Las inspecciones, ensayos y pruebas serán según el plan de puntos de inspección y los que sean mutuamente acordados con la supervisión.

Las inspecciones y ensayos, serán ejecutados durante todas las etapas de ejecución del proyecto. Todo control, inspección o ensayo será documentado mediante el registro de calidad correspondiente, que formara parte del Dossier de calidad del entregable correspondiente.

3.2.6.8 Control de dispositivos de medición y seguimiento

Los equipos utilizados para el control e inspección, deben estar en condiciones de uso y con calibración vigente.

El ingeniero de control de calidad, revisará la vigencia de los informes y certificados de calibración antes de proceder a las mediciones definitivas. Asimismo, se deberá asegurar las condiciones ambientales adecuadas para el almacenaje de equipos e instrumentos, que por su precisión lo requieran. Sólo se utilizarán equipos que se encuentren dentro del periodo de calibración vigente.

Para el proyecto, el contratista mantendrá un programa de calibración de todos sus equipos e instrumentos, para garantizar una medición eficiente a lo largo del desarrollo del mismo, manteniendo en todo momento una trazabilidad de calibración.

3.2.6.9 Auditorias internas

Las auditorias estarán en concordancia a los requerimientos establecidos por ISO 9000-2001.

El gerente de proyecto y la supervisión del cliente tendrán la facultad de auditar en cualquier momento el cumplimiento del presente plan de gestión de calidad.

3.2.6.10 Control de no conformidades

Todos aquellos elementos o procesos que no cumplan con los requisitos especificados, serán clasificados como no conformidades.

El ingeniero de control de calidad, efectuará el seguimiento de los elementos no conformes hasta su disposición final referente a su utilización o no en el proyecto.

Las posibles disposiciones serán:

- Reparación para satisfacer los requerimientos especificados.
- Aceptación con o sin reparación.
- Reclasificación para otras aplicaciones.
- Rechazo definitivo o desecho.

Si los elementos no conformes son reparados, serán sometidos nuevamente a las inspecciones de proceso.

El control de las no conformidades se quedará registrado en los Registros de No Conformidades, cuyo formato se muestra en la figura 6.

3.2.6.11 Acciones correctivas y preventivas de calidad

Cuando corresponda, el contratista tiene establecido realizar la acción correctiva asociada a una no conformidad y en general, para cualquier desviación medible del plan de gestión de calidad del proyecto, las acciones de mejora serán

tomando en cuenta el grado de incidencia de las no conformidades y/o desviaciones. Las instrucciones de las acciones tomadas acerca de las no conformidades, serán impartidas a los involucrados del proyecto a fin de evitar la repetición de estos.

3.2.6.12 Registros de inspección

En las figuras 7 al 16, se muestran los formatos para los registros de inspección que se emplearán en el proyecto.

3.2.7 Plan de gestión de las comunicaciones

3.2.7.1 Objetivo

Establecer el método a seguir para coordinaciones entre el contratista y el cliente. Establecer los lineamientos apropiados para la generación, distribución y archivo de la documentación y/o información del proyecto

3.2.7.2 Tipos y formas de comunicación

Las comunicaciones en el proyecto serán de 2 tipos: externa e interna. Además la forma de comunicación, tanto entre el cliente y el contratista, como al interior de la organización del contratista, será por escrito, verbal, formal e informal.

3.2.7.3 Comunicación externa

La comunicación externa, será todo intercambio de documentos y/o información entre el contratista y el cliente, esta comunicación podrá ser también en forma escrita o verbal, siendo la documentación formal necesariamente por escrito,

mientras que las coordinaciones necesarias podrán ser verbales si no afectan el alcance del contrato.

Todo tipo de documento que se entregue al cliente o que se reciba de él, será registrado por control de documentos del contratista para su clasificación y distribución. El contratista designará dentro del equipo del proyecto a un responsable de control de documentos, quien interactuará con la oficina de control de documentos del cliente.

La documentación externa involucra los documentos mostrados en la tabla 9 y que son generados por el contratista y el cliente.

3.2.7.4 Comunicaciones formales

Cuando se envía documentación oficial al cliente será con carta dirigida al jefe de proyecto, quien dependiendo de la información la distribuirá en la organización del cliente. Además toda comunicación escrita recibida de control de documentación del cliente será considerada formal.

3.2.7.5 Solicitudes de información

Cuando el contratista requiera algún tipo de información o aclaración técnica del cliente deberá hacer llegar el pedido mediante el documento del cliente llamado Hoja de Solicitud de Información (HSI), cuyo formato se muestra en la figura 17.

3.2.7.65 Comunicaciones informales

Las comunicaciones informales se basan en las comunicaciones verbales o escritas (e-mails, notas, etc) básicamente entre homólogos de las organizaciones. Estas comunicaciones deben ser frecuentes para agilizar y organizar el trabajo

3.2.7.7 Comunicación interna

La comunicación interna será toda la documentación ó información que se maneje al interior del contratista, entre las distintas áreas: administración, programación, control de calidad, seguridad, oficina técnica, supervisión de obra, incluyendo la documentación que se envía o recibe de la oficina principal.

Cuando un documento ingresa (ver tabla 9) será clasificado por el responsable de control de documentos, quien lo hará llegar al responsable de cada área para su conocimiento y acción.

La documentación interna puede estar referida a:

- Requisición de materiales: logística / ingeniero residente
- Registros de almacén: logística / control de calidad / oficina técnica
- Tramites de ingreso y salida de personal al proyecto: administración / ingeniero residente
- Registros de inspección de control de calidad: control de calidad / ingeniero residente
- Registros de HH: supervisor de obra / programación / ingeniero residente
- Elaboración de HSI: supervisor de obra / oficina técnica / control de calidad

- Elaboración de HSC: supervisor de obra / oficina técnica / control de calidad / programación
- Valorizaciones: oficina técnica / programación
- Informes de seguridad: supervisor de obra / seguridad / ingeniero residente
- Actualización de planos e información técnica: oficina técnica / control de calidad / supervisor de obra / ingeniero residente

3.2.7.8 Reuniones semanales de seguimiento

Se realizarán reuniones semanales de seguimiento del proyecto, entre los equipos de proyecto del cliente y contratista, con la asistencia del siguiente personal:

Asistentes por el contratista:

- Ingeniero residente
- Ingeniero de seguridad
- Ingeniero de programación
- Ingeniero de calidad

Adicionalmente cualquier otra persona que el contratista o el cliente consideren necesario.

Asistentes por el cliente:

- Jefe de proyecto
- Responsable de seguridad
- Responsable de programación y control de costos
- Responsable de calidad
- Supervisores de obra asignados al proyecto.

Adicionalmente cualquier otra persona que el cliente considere necesario.

Todas las reuniones de seguimiento tendrán una agenda conocida con antelación por los asistentes y darán origen a una minuta de reunión. Los puntos o temas a considerar en dicha minuta pueden ser:

- Lectura del acta anterior
- Seguridad y medio ambiente.
- Calidad.
- Programación, costos y ejecución.
- Hojas de solicitud de cambio: control de estado
- Hojas de solicitud de información: control de estado.
- Riesgos, seguimiento de los planes/acciones resultantes de los análisis de riesgos efectuados. Detección de nuevos riesgos con su análisis y acción correspondientes.

En la minuta de reunión se indicarán columnas con los temas específicos, acuerdos con fecha y responsable de la ejecución.

3.2.7.8 Informes semanales

En cada reunión semanal de seguimiento el contratista deberá presentar el informe semanal, el mismo que deberá contener información referida a:

- Seguridad y medio ambiente: índices, acciones o sucesos relevantes.
- Calidad: seguimiento y avance de cumplimiento de los planes de puntos de inspección
- Avances: curvas S de valor planeado (PV), valor ganado (EV) y costo actual (AC). Índices SPI y CPI, y fecha proyectada de fin del proyecto.

- Control de estado de las hojas de solicitud de cambio.
- Control de estado de las hojas de solicitud de información.
- Riesgos: seguimiento de los planes/acciones resultantes de los análisis de riesgos efectuados.
- Acciones correctivas/preventivas efectuadas, si las hubiera.

3.2.7.9 Informes mensuales

Los informes mensuales deberán contener la información, en cuanto a avances, del mes del informe y la planificación del siguiente mes; debiendo considerar como mínimo los siguientes acápite:

- Información general del proyecto.
- Producción.
- Oficina técnica.
- Programación.
- Valorizaciones.
- Riesgos
- Control de calidad.
- Seguridad y medio ambiente.

3.2.7.10 Divulgación del plan del proyecto

Por el lado del cliente, el jefe de proyecto será responsable de que el plan del proyecto sea conocido por todo el equipo del proyecto y los involucrados que él considere pertinentes

Por el lado del contratista, el gerente del proyecto y el ingeniero residente divulgarán el plan del proyecto a todo el equipo del proyecto, además de otras personas que consideren necesario dentro de su organización, debiendo asegurarse que cada miembro del equipo del proyecto, sabe a ciencia cierta cual es su aporte al proyecto, para poder hacer su trabajo de acuerdo a lo planeado.

3.2.8 Plan de gestión de recursos humanos

3.2.8.1 Objetivo

Establecer los lineamientos que serán aplicados para el requerimiento, el reclutamiento y la evaluación de los recursos humanos que serán necesarios en el proyecto; además de elaborar el organigrama del proyecto y establecer las responsabilidades de todo el personal del contratista (Matriz de asignación de responsabilidades), en relación con el proyecto.

3.2.8.2 Planificación Organizacional

El contratista requiere personal, tanto de staff como de personal obrero, para la ejecución del proyecto; todos ellos constituyen el equipo del proyecto y su asignación para las diferentes funciones requeridas en el proyecto se basa en la identificación de las necesidades de recursos humanos para completar los entregables del proyecto a satisfacción del cliente.

La gerencia del proyecto se encargará de establecer las competencias del equipo del proyecto, el cual estará compuesto por ingenieros mecánicos,

administradores, técnicos y personal obrero con experiencia en trabajos de fabricación y montaje metal-mecánico.

3.2.8.3 Organigrama

El organigrama elaborado para el proyecto se muestra en la figura 18, y están representados todos los puestos de la organización para este proyecto, según su jerarquía, hasta el nivel de grupos de trabajo.

3.2.8.4 Matriz de Responsabilidades

La matriz de responsabilidades se muestra en la tabla 10; en ella, se asignan las responsabilidades del equipo del proyecto en las diferentes fases del proyecto. Esta matriz deberá ser divulgada de acuerdo a lo estipulado en el plan de gestión de comunicaciones.

3.2.8.5 Procedimiento para reclutamiento del staff

Los puestos del staff del contratista serán aprobados previamente por el cliente. Definidos el gerente de proyecto e ingeniero residente, serán ellos, en función al organigrama, quienes requieran el resto del personal, definiendo el perfil del recurso humano necesario para el puesto.

El formato de la solicitud de personal con el perfil necesario, se muestra en la figura 19, el cual será enviado a la jefatura de recursos humanos del contratista, la cual se encargará de buscar el personal que más se ajuste al perfil requerido. El ingeniero residente y el gerente de proyecto podrán proponer la contratación o

asignación de personal (que ya forma parte de la organización del contratista) que consideren se ajuste a alguno de los perfiles requeridos.

Luego de seleccionados los candidatos, el gerente del proyecto someterá a la consideración del cliente los puestos del staff; aprobados los mismos, se procederá a su incorporación al equipo del proyecto.

Para el caso específico de los operarios soldadores, el ingeniero de control de calidad deberá evaluar, homologar y presentar la calificación del soldador al cliente, antes de que cualquier soldador ingrese a laborar en el proyecto.

3.2.8.6 Personal requerido

En base al Organigrama, el staff requerido en el proyecto es el siguiente:

- Gerente de proyecto
- Ingeniero residente
- Administrador de obra
- Ingeniero de seguridad, salud y medio ambiente
- Ingeniero de control de calidad
- Ingeniero de programación
- Supervisor de fabricación y montaje
- Asistente de seguridad
- Inspector de control de calidad
- Asistente administrativo
- Responsable de oficina técnica
- Técnico de mantenimiento
- Responsable de almacén

Para el personal obrero se han considerado cuadrillas o grupos de trabajo típicos, asignados a labores específicas.

3.2.9 Plan de gestión de la procura

3.2.9.1 Objetivo

Establecer los lineamientos apropiados para la adquisición de los materiales, los equipos y los servicios necesarios para el proyecto, de tal manera que se cumpla el cronograma del proyecto.

3.2.9.2 Planificación de la procura

Para conseguir los servicios, consumibles, materiales y facilidades que se requieran en el proyecto, el responsable de administración coordinará con la oficina técnica y el ingeniero residente la programación de los suministros. La administración de obra será responsable de la logística del proyecto, por lo tanto, coordinará con la oficina central del contratista todo lo que se requiera desde ella. Además será responsable de los suministros y servicios locales para la obra.

Se han identificado los siguientes puntos críticos para la procura:

- Alquiler de balso colgante.
- Alquiler de grúa telescópica de 90 ton.
- Subcontratación de empresa especializada en aislamiento térmico.
- Movilización de equipos a obra (oficina, máquinas de soldar, equipos de corte, esmeriles, etc).
- Adquisición de materiales y consumibles.
- Envío a obra de materiales y consumibles.

- Adquisición y envío a obra de consumibles.
- Adquisición local de consumibles. (en Ilo)
- Gestión de servicios varios en Ilo para personal staff y obrero: alojamiento, transporte a obra, alimentación (en Ilo y en obra), servicios médicos.

3.2.9.3 Solicitud

Para el requerimiento de cualquier suministro o servicio antes mencionado, se deberá hacer el requerimiento ante la administración de obra en el formato respectivo de requisición, el cual contará con la firma del Ingeniero Residente, será luego aprobado por el Gerente de Proyecto quien lo derivará a logística de la oficina principal para que genere la orden de compra o de servicio correspondiente y envíe lo solicitado a obra. El ingeniero residente es responsable de solicitar con la antelación adecuada la solicitud de servicios de tal manera de contar con lo solicitado en un tiempo que no afecte el cronograma del proyecto

Para el caso de subcontratación de servicios, será la oficina técnica la que preparará un expediente técnico, revisado por control de calidad y seguridad, el cual pasará al ingeniero residente y con aprobación del gerente de proyecto será derivado a logística. El expediente preparado incluirá todos los requisitos que deberá cumplir el subcontratista para la prestación del servicio en las instalaciones del cliente.

Para el caso de subcontratistas y alquileres de equipos para trabajos de alto riesgo, deberá alcanzarse al cliente un expediente con toda la información sobre el suministro o servicio para su aprobación.

3.2.9.4 Administración de subcontrato

La administración y responsabilidad por el subcontratista será exclusivamente del contratista, quien supervisará el trabajo realizado, en lo referente a alcance, tiempo, calidad y seguridad. Se solicitará al subcontratista como mínimo los siguientes documentos:

- Cronograma del trabajo a realizar.
- Reportes de avances.
- Reporte de HH empleadas.

El subcontratista podrá utilizar formatos similares a los empleados por el contratista para la presentación de los reportes requeridos.

3.3 Ejecución del Proyecto

La ejecución del proyecto comprenderá las acciones para asegurar que el proyecto se está ejecutando de acuerdo a lo planeado y comprenderá considerar las siguientes actividades de la gerencia de proyectos:

- Sistema de autorización de trabajos.
- Reuniones de revisión de estado
- Resultados del trabajo
- Solicitudes de cambio
- Reportes del proyecto
- Gestión de la subcontratación

3.3.1 Sistema de autorización de trabajos

El contratista establecerá un sistema para autorizar la ejecución de los diversos trabajos del proyecto, mediante las órdenes de trabajo, cuyo formato se muestra en la figura 20.

El ingeniero residente y el supervisor general del proyecto emitirán las órdenes de trabajo agrupadas por entregables del WBS, en las cuales se indicará también las actividades que involucran la ejecución de cada entregable.

3.3.2 Reuniones de revisión de estado

De acuerdo a lo indicado en el plan de comunicaciones, se realizará una reunión semanal de seguimiento y revisión de estado del proyecto. Estas reuniones se llevarán a cabo el primer día útil de cada semana en las oficinas del cliente en obra, dándose cuenta en ella de las labores al cierre de la semana anterior.

El registro de cada reunión será llevado por el administrador de contrato del cliente ó quien designe el jefe del proyecto del cliente.

Culminada la reunión, la nueva minuta será alcanzada dentro de las siguientes 24 horas a cada una de las partes, las cuales tendrán que devolverla con su conformidad u observarla dentro de las 96 horas que siguen a su recepción. Antes de la siguiente reunión ambas partes deben estar de acuerdo con la minuta de la reunión anterior.

Las reuniones se registrarán en una minuta similar al formato mostrado en la figura 21.

3.3.3 Resultados del trabajo

Los resultados del trabajo lo constituyen los entregables del proyecto. De tal manera que todos los involucrados del proyecto sean informados de estos resultados es que deben realizarse los reportes del progreso semanal y los informes mensuales.

El contratista llevará un formato de resultados del trabajo, el mismo que servirá para que la gerencia de operaciones monitoree el proyecto, dicho formato se anexa en hoja adjunta.

3.3.4 Solicitudes de cambio

Cualquier cambio que sea identificado en el proyecto y pueda afectar el alcance, el costo, el tiempo o alguna característica inicial del proyecto, deberá ser documentado e informado a los involucrados en el proyecto.

Los cambios pueden ser solicitados por el cliente o por el contratista, en cualquiera de los casos, será el contratista quien los documente mediante la Hoja de Solicitud de Cambio (mostrada en la figura 3)

Identificado y documentado un cambio, será el cliente quien emita la aprobación o rechazo del mismo.

3.3.5 Reportes del proyecto

El contratista deberá presentar semanalmente los reportes del proyecto, los cuales contendrán, la información referida a los avances alcanzados mostrando la gráfica de valor ganado, la gráfica del valor planeado, la gráfica del costo actual y el cronograma actualizado.

El contratista usará además el formato mostrado en la figura 22, como carátula de cada informe semanal o mensual.

3.3.6 Gestión de la subcontratación

Para el presente proyecto se prevé subcontratar una empresa especializada en aislamiento térmico, el cual se instalará a lo largo de la ejecución de las obras, por lo que se requiere llevar a cabo las acciones del plan de gestión de procura para asegurar su ejecución en plazo.

Las siguientes consideraciones deben tenerse en cuenta para la solicitud de ofertas a los posibles subcontratistas:

- El subcontratista proveerá de todos los materiales, consumibles, equipos y herramientas necesarios para el completo aislamiento térmico del nuevo ducto de la chimenea.
- El subcontratista realizará el retiro de aislamiento térmico de las secciones a desmontar, en las zonas adyacentes a los cortes a efectuar en el ducto durante el desmontaje.
- El subcontratista deberá realizar las actividades que le corresponden, en el período de tiempo asignado para su labor en el cronograma general del proyecto, esto último implica que el personal asignado por el subcontratista estará permanentemente en obra.
- El subcontratista deberá encargarse del correcto almacenamiento de sus materiales equipos y herramientas en obra.

- El subcontratista podrá hacer uso de las facilidades instaladas por el contratista principal para sus trabajos.
- El subcontratista deberá proveer su propio andamiaje para la etapa de aislamiento de las secciones del ducto, mientras se mantienen en el área de prefabricación en obra.
- El subcontratista proveerá personal para las labores de disposición final de los residuos de aislamiento generados durante la fabricación, desmontaje y montaje.
- El contratista suministrará energía eléctrica al subcontratista.
- El subcontratista se obliga a cumplir todos los requisitos requeridos por el cliente en materia laboral y de seguros.
- El contrato será a precios unitarios por metro cuadrado de aislamiento térmico instalado, lo cual incluye, los pines de fijación, las chapas de sujeción y la malla metálica de cierre.
- Los trabajos materia del subcontrato se ajustarán a lo indicado en los planos de detalle del aislamiento térmico proporcionados con la petición de oferta.

3.4 Control del proyecto

El control del proyecto contempla los procesos de revisión y seguimiento de la ejecución del proyecto; lo que permitirá realizar, de ser necesarios, los ajustes apropiados para asegurar que el proyecto se desarrolle dentro de las expectativas de los involucrados.

Los siguientes procesos de control se tendrán en consideración para el presente proyecto:

- Verificación del alcance.
- Control de cambios.
- Control del cronograma.
- Control de costos.
- Control de calidad.
- Reportes de performance.
- Control y monitoreo del riesgo.

3.4.1 Verificación del alcance

La verificación del alcance en el proyecto se documentará cuando se haya terminado los entregables principales mostrados en el WBS del proyecto; para ello el contratista preparará un documento de aceptación formal de entregables, el cual será distribuido a todos los involucrados en el proyecto.

Se usará un formato similar al mostrado en la figura 23.

3.4.2 Control de cambios

Para el presente proyecto, el control de cambios de cualquier naturaleza se llevará según lo indicado en el control de cambios de alcance, mediante el uso de la hoja de solicitud de cambio (HSC), ya que en ella se indicará también, como se afectan el cronograma y el costo del proyecto.

3.4.3 Control del cronograma

El control del cronograma se realizará semanalmente, basado en los reportes de avances que entregará el contratista.

Cada semana se presentará el cronograma actualizado con los avances reportados, mostrando claramente el estado de la ruta crítica y la nueva fecha estimada de culminación del proyecto

De ser requerido en las reuniones semanales se definirán acciones que permitan tener la fecha estimada de culminación del proyecto, lo más cercana a la requerida por el cliente.

3.4.4 Control de costos

El contratista mostrará en los reportes semanales, la curva de control de costos del proyecto. La línea base del costo lo constituye el valor presupuesto del proyecto, la curva del valor ganado mostrará cada semana el progreso del proyecto respecto del presupuesto, en función a lo que reflejen las curvas podrá requerirse del contratista los ajustes necesarios para acercar los costos actuales al valor presupuestado.

3.4.5 Control de calidad

El control de calidad esta referido a todas las inspecciones que se requieran a lo largo del proyecto, según lo estipulado en los planes de puntos de inspección del plan de gestión de la calidad.

De común acuerdo, los responsables de calidad del contratista y el cliente determinarán la frecuencia de presentación de los registros de inspección para la aprobación del cliente; además, de requerirlo el cliente, podrá atestiguar las inspecciones o convocar la presencia de terceras partes en inspecciones que se consideren críticas.

3.4.6 Reportes de performance

De acuerdo a lo indicado en el plan de gestión de las comunicaciones, los reportes de performance serán la compilación de la documentación que se entregará en cada reunión semanal, por lo tanto estarán actualizados cada semana y contendrán el cronograma actualizado, las curvas S, los histogramas y el estado de las actividades de seguridad, calidad y medio ambiente; además del estado de las solicitudes de información, de las hojas de solicitud de cambio y de las actividades de control y monitoreo del riesgo

3.4.7 Control y monitoreo del riesgo

En las reuniones semanales de seguimiento se revisará el estado de los riesgos, tanto los identificados como nuevos que hayan surgido; además, se revisará el estado de las acciones que se hayan determinado como necesarias para cada riesgo.

De ser necesario se programarán reuniones para monitorear en detalle las acciones que ha de tomarse con los riesgos, así como también, de darse el caso, revisar las categorías y el ranking de riesgos.

3.5 Cierre del proyecto

Los procesos de cierre del proyecto, corresponden a las acciones llevadas a cabo para lograr el cierre y aceptación formal del proyecto. Para el presente proyecto consideraremos los siguientes procesos:

- Cierre administrativo
- Cierre del contrato

3.5.1 Cierre administrativo

El proceso de cierre administrativo comprende la compilación y la distribución adecuada y ordenada, de los archivos del proyecto, los cuales deberán contener toda la información y documentación generada desde el inicio del proyecto, y que comprenderá la planificación, los reportes semanales e informes mensuales, el Dossier de Calidad, las valorizaciones y liquidación final, entre otros.

3.5.2 Cierre del contrato

El cierre de contrato comprende la entrega formal del proyecto, para lo cual se emitirá el documento de Aceptación Final y Cierre del Proyecto, cuyo formato se muestra en la figura 24, la cual podrá llevar adjunta una lista de observaciones con su correspondiente levantamiento emitido por el cliente.

Hacia el interior de la organización del contratista, el cierre del contrato implica conservar copia de la documentación del proyecto entregada en original al cliente, los reportes finales de costo, lecciones aprendidas y la evaluación del staff.

CAPITULO 4

PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO

4.1 Procedimiento de desmontaje de ducto antiguo

4.1.1 Facilidades para el desmontaje

Estructura superior de trabajo: Estructura fija en la cima de la chimenea proyectada 2,7 metros por encima del tope del concreto, con orejas para sujeción de líneas de vida verticales, para andamio tubular colgante (tipo Acrow), para balso colgante, con poleas para descenso de cable de winche en diversas posiciones.

Winche: con capacidad mínima de 3 ton, instalado en la estructura superior de trabajo, provisto con cable de 150 m de longitud.

Plataforma de trabajo colgante: Estructura ligera a base de tubos laminados, cuadrados y tijerales, con orejas de izaje, con placas de fijación para el interior del ducto, y con piso de triplay.

Balso colgante: Balso motorizado de aluminio para transporte de personal y equipos desde nivel de piso hasta plataforma colgante.

Canastilla auxiliar colgante: Estructura ligera a base de perfiles laminados estructurales, con capacidad para dos personas, con orejas de izaje.

Andamio tubular colgante: Anclado a parte inferior de estructura superior de trabajo con doble seguro, para descenso de personal a maniobras con winche y con los cables de izaje.

Rieles: Instalados desde el exterior de la chimenea por la apertura para retiro de las secciones de la chimenea.

Plataforma móvil inferior: Plataforma robusta para soportar el peso de las secciones de la chimenea, provista con 06 juegos de ruedas (cada juego con dos polines) y con orejas frontales para halado al interior de la chimenea.

Equipos de mano: Tirfors de cable de 5 toneladas

Grúa de 90 Ton: Para traslado y retiro de secciones en plataforma móvil a pie de chimenea.

Equipo hidráulico, gatas de cable y cables para izaje: Unidad hidráulica de alta presión provista con mangueras y conexiones de alta presión, incluye las gatas de cable y los cables de alta resistencia de 18 mm de diámetro, cada uno con capacidad de carga de hasta 11 ton.

Andamiaje: Instalado alrededor de la chimenea, hasta una altura de 12 m., en las zonas libres a pie de chimenea.

4.1.2 Descripción del procedimiento

Con la estructura de izaje instalada en la cima de concreto de la chimenea, se procede a instalar las gatas de cable en los agujeros destinados para tal fin, colocada la totalidad de gatas (08) se procede a izar con el winche los cables los cuales pasan a través de las gatas y la estructura guía para cable descolgándose hacia zona segura. Para iniciar el desmontaje el extremo inferior de los cables se llevan hasta la elevación 67 metros.

En la parte baja de la chimenea se ingresa por el manhole y se procede a desmontar la plancha separadora de gases, cortándola con oxicorte en secciones tal que puedan ser retiradas sin problemas por el manhole. Terminada esta labor, se ingresan al interior de la chimenea las partes que conformaran la plataforma colgante, además de colocarse orejas en el fondo de la chimenea para tensionar las líneas de vida.

Terminada la plataforma colgante, se procede a izarla con el winche, luego se ingresa el balso motorizado, se arma y se descenden los cables de acero que servirán de guía al balso. Los cables se mantendrán verticales asegurados en la plataforma superior de trabajo.

Los cables ubicados cerca de la elevación 67 m., se instalan en el collarín de izaje ubicado en la parte baja de la sección 6, se elevan los cables uno a uno hasta que estén ligeramente tensionados.

Con los cables tensionados se procede a retirar el aislamiento térmico que cubre la unión soldada entre las secciones 6 y 7, luego se procede a cortar con oxicorte a unos 50 mm por debajo de dicha unión desde el exterior, desde la plataforma de elevación 64 m. exterior al ducto de la chimenea.

Cuando se ha separado la chimenea en dos, se procede al izaje del primer conjunto hasta dejar el tope la chimenea a la elevación 130,3 m., entonces desde la plataforma superior de la chimenea se colocan las barras de sujeción entre el collarín de izaje de la sección 1 y la estructura de izaje en el tope de la chimenea.

Asegurado el primer grupo de secciones (de la 1 a la 6), se procede a descender los cables hasta la elevación 64 m., luego se instalan y tensionan uno a uno los cables en el collarín de izaje ubicado en la sección 7.

Se eleva la plataforma colgante hasta la elevación 30 m y se procede a cortar con oxicorte a unos 50 mm bajo la unión soldada entre las secciones 9 y 10.

Separadas las secciones, se procede al izaje del segundo conjunto unos 25 cm., ubicando su extremo superior cercano al del primer conjunto, tras lo cual se procede a asegurar el segundo conjunto bajo el primero instalando barras de sujeción entre los collarines de las secciones 6 y 7.

Asegurado el segundo grupo de secciones (de la 7 a la 9), se procede a descender los cables hasta la elevación 34 m.

Se eleva la plataforma colgante, se asegura a la estructura superior, se libera el winche y se desciende cuatro veces, cada vez en uno de los ejes donde se encuentran las placas de izaje del collarín de la sección 10. El winche elevará la canastilla auxiliar colgante desde el nivel del piso hasta el collarín de la sección 10 a una elevación aproximada de 34 m., donde se instalan y tensionan uno a uno los cables en el collarín de izaje ubicado en la sección 10.

Instalados los cables, se recupera el cable del winche y se reinstala en la plataforma colgante, la cual se desciende por el interior del ducto hasta la elevación 4,5 m., desde donde se procede a cortar con oxicorte a unos 50 mm bajo la junta soldada de las secciones 12 y 13.

Separadas las secciones se procede al izaje del tercer conjunto unos 20 cm. Este conjunto se mantendrá sostenido por los cables mientras se procede al

desmontaje de las secciones 13 y 14, incluido el fondo del al chimenea antigua. Este desmontaje se realiza con oxicorte y con maniobras desde andamios alrededor de la chimenea, con apoyo de la grúa para el retiro de las partes.

Terminado el desmontaje de la parte inferior de la chimenea, se procede a instalar los rieles y la plataforma móvil sobre polines para el retiro de las secciones de la chimenea.

Se procede a descender el tercer conjunto con los cables de izaje, cuando está apoyado sobre la plataforma móvil se eleva la plataforma colgante hasta la altura de la unión entre las secciones 11 y 12. Se efectuará el corte bajo la junta soldada, tras lo cual se izarán nuevamente los cables unos 10 cms liberando la sección 12 y manteniendo sostenidas por los cables las secciones 10 y 11.

Se procede a colocar los ganchos de los cables de los tirfors en las orejas posteriores de la plataforma móvil mientras el otro extremo se fija a orejas en el extremo exterior de los rieles.

Se inicia el movimiento sincronizado de los tirfors, tirando hacia el exterior de la chimenea hasta alcanzar la posición fuera de la chimenea.

Se retira con la grúa la sección 12 de la plataforma móvil, se traslada al patio de desmontaje, mientras se cambian las ubicaciones de los tirfors, colocándolos en las orejas ancladas al interior de la chimenea y los cables en las orejas frontales de la plataforma móvil.

Se ingresa con los tirfors la plataforma móvil hasta el centro de la chimenea y se descende el conjunto de las secciones 10 y 11, desde el interior con la plataforma

colgante se procede a cortar bajo la junta soldada entre las secciones 10 y 11. Se izará nuevamente la sección 10 liberando la sección 11.

Se cambia la ubicación de los tirfors, y se saca al exterior de la chimenea la sección 11, se retira con la grúa, se ingresa nuevamente la plataforma móvil con los tirfors y se desciende con los cables la sección 10, se liberan los cables y se saca la sección al exterior repitiendo los pasos anteriores.

Los cables se llevan a la elevación 65, se aseguran en el collarín de izaje de la sección 7, se tensan los cables y se elevan unos 5 cm., para permitir el retiro de las barras de sujeción entre los collarines de las secciones 6 y 7.

Se inicia el descenso del segundo conjunto de secciones hasta apoyarlas sobre la plataforma móvil de retiro de secciones, se procede a cortar bajo la junta soldada entre las secciones 8 y 9, desde la plataforma colgante.

Se eleva nuevamente el conjunto unos 10 cm., liberando la sección 9, la cual es retirada al exterior de la chimenea.

Se repite el procedimiento usado para el primer grupo de secciones, retirando las secciones 8 y 7 (en ese orden) del interior de la chimenea.

Liberados los cables de la sección 7 se elevan hasta la plataforma superior a una elevación de 127 m., se instalan en el collarín de izaje de la sección 1, se tensan y se eleva el conjunto unos 5 cm., se retiran las barras de sujeción y se procede al descenso del conjunto hasta la parte inferior, apoyándolo en la plataforma móvil.

Se procede a cortar bajo la junta soldada de unión entre las secciones 5 y 6, se eleva ligeramente el conjunto, se libera la sección 6 y se le retira de la chimenea.

Se repite el procedimiento de descenso, corte, elevación y retiro de las secciones, hasta completar el retiro de las secciones 5, 4, 3, 2 y 1 (en ese orden).

En el patio de desmontaje, cada sección va siendo separada en anillos con ayuda de la grúa, los mismos que son separados en 3 partes de dimensiones similares, dispuestos en camiones plataforma o trailers y transportados al patio de chatarra del cliente.

4.2 Procedimiento de fabricación en sitio del nuevo ducto

4.2.1 Previos a la fabricación

El cliente entregará al contratista un área aledaña a la chimenea para las labores de fabricación, el terreno en dicha área estará lo más nivelado y compactado posible.

En el área dispuesta por el cliente para la fabricación en sitio el contratista dispondrá dos zonas de armado de anillos, dos zonas de soldeo de anillos, cuatro zonas de fabricación de secciones y una zona de almacenamiento de secciones terminadas donde además se instalará el aislamiento térmico, todo ello de tal manera que puedan transitar el camión grúa de 6 ton. y la grúa de 90 ton. Las zonas de fabricación de secciones tendrán zanjas a manera de trincheras para acceder al interior de las secciones.

4.2.2 Desarrollo de la fabricación

En las zonas de armado de anillos, se instala un piso nivelado de plancha metálica de 8 mm. de espesor, sobre el que se hace el trazo de la circunferencia

interior y se colocan topes verticales. Con ayuda del camión grúa se van colocando las tres planchas que conforman un anillo, las mismas que se aproximan con tecles ratchet para realizar el armado de las juntas mediante puntos de soldadura aproximadamente cada 30 cms.

Cada anillo tiene 3 juntas verticales de 1,5 m. de altura, con la abertura del bisel hacia el exterior. Por el lado interior de la junta se colocan unos dispositivos denominados “puentes” en posición horizontal que rigidizan y mantienen unida cada junta apuntalada; después de lo cual se colocan los dispositivos denominados “cruquetas” para mantener la forma del anillo armado. Se colocará una cruceta a unos 20 cm de cada borde del anillo.

Terminado el armado del anillo, se le retirará con el camión grúa o la grúa, se le colocará en la zona de soldeo, en donde deberá disponerse de un soldador para cada junta, con su respectivo esmerilador. El operario soldador realiza el pase de raíz secuencialmente desde el centro hacia los extremos en tramos de unos 25 cms eliminando el apuntalado previo. Terminado el pase de raíz realiza los pases de relleno y acabado, luego de lo cual procede a ingresar al interior del anillo, se retiran los puentes, se realiza el resane o esmerilado de la raíz, la cual se examinará con tintes penetrantes. Aceptada la inspección por tintes, se aplicará el pase de respaldo, culminando con esto la fabricación del anillo.

Disponiendo de anillos soldados se procede a iniciar la fabricación de las secciones, colocándolos en las zonas de fabricación respectivas, las cuales tienen instalados pisos similares a los de las zonas donde se arman los anillos, pero además, una zanja para ingresar desde el exterior al interior.

Instalado el primer anillo, se procede a instalarle los accesorios que le corresponden, tales como anillos de rigidez, collarines de izaje, entre otros que los planos indiquen. Una vez que esta listo se retira y se coloca en su lugar el segundo anillo, procediéndose luego a colocarle el primer anillo encima, se realiza el armado de la junta horizontal entre anillos la cual tiene la abertura del bisel interior. Se colocan puentes entre los anillos, se procede al soldeo de la junta, se retiran los puentes, se realiza el esmerilado de la raíz desde el exterior, se inspecciona por tintes penetrantes y se realiza el pase de respaldo por el exterior. Terminado el soldeo se procede al retiro del interior, de la cruceta superior y de las intermedias quedando la que se encuentra cerca del borde inferior del segundo anillo.

Con ayuda de la grúa, se mueve el conjunto formado por los anillos 1 y 2 hacia una zona libre, se coloca entonces el tercer anillo en la zona de fabricación de anillos y se le coloca encima el conjunto de los anillos 1 y 2, se procede a armar la junta, soldarla e inspeccionarla, además de retirar las crucetas que ya no se requieren e instalar los accesorios que se requieran.

El paso anterior se repite hasta completar todos los anillos que conforman cada sección (2, 7 u 8 anillos), según como este indicado en los planos de taller.

Cuando se ha completado una sección se traslada con ayuda de la grúa a la zona de almacenamiento de secciones, donde se le instalará el aislamiento térmico.

Especial atención se tendrá en la fabricación de la sección 12, la cual llevará los ductos de ingreso de gases, ya que requiere cortar amplias áreas de la sección para encajar luego los ductos de ingreso de gases. El corte sólo se realizará cuando se haya

rigidizado toda la periferia de la zona a cortar como se indica en los planos de dicha sección.

4.3 Procedimiento de instalación de aislamiento térmico a secciones del ducto nuevo

4.3.1 Facilidades para instalación de aislamiento térmico

Para la instalación de aislamiento térmico se requiere que las secciones del ducto se encuentren completas y en zona libre.

Se armarán dos torres de andamios rodantes los mismos que se sujetaran de la misma sección y se moverán alrededor de la misma.

4.3.2 Descripción de procedimiento

Se procederá a instalar los pines de anclaje para el aislamiento, mediante unas pistolas que fijan los pines mediante soldadura por resistencia, ubicando los pines cada 40 cm., verticalmente y horizontalmente.

Culminada la instalación de pines en todo el cuerpo de la sección se procede a instalar las mantas de lana mineral de 2" de espesor y 70 kg/m³ de densidad; dispuestas de tal manera que los bordes de unión vertical no sean continuos (como se ubican los ladrillos en las paredes).

Para asegurar la manta y dejarla firmemente asegurada a la sección, se colocarán unas "chapas" o láminas cuadradas de aluminio, que poseen una perforación y unas ranuras que las hacen de fácil instalación en los mismos pines de soporte de las mantas de aislamiento.

Para reforzar y asegurar una completa fijación del aislamiento térmico en la sección del ducto, se colocará finalmente sobre toda la superficie, una malla metálica de alambre de aberturas hexagonales, cuyas uniones verticales se asegurarán con alambre galvanizado.

Cabe anotar, que en los extremos superior e inferior de cada sección (unos 30 cm en cada extremo), no se instalarán la manta, las chapas de fijación, ni la malla metálica; esto para facilitar el armado y soldadura entre secciones durante el montaje del ducto. Terminado el soldeo y antes de proseguir con el montaje, se completará el aislamiento de la zona de unión entre secciones.

4.4 Procedimiento de montaje de ducto nuevo

4.4.1 Facilidades para el montaje

Las facilidades para el montaje del nuevo ducto metálico de la chimenea son las mismas que se han usado para el desmontaje del ducto antiguo.

4.4.2 Procedimiento de montaje

Se inicia el traslado de las secciones de la chimenea con ayuda de la grúa, desde el patio de prefabricación hasta el pie de la chimenea donde se coloca sobre la plataforma móvil inferior, la cual se encuentra apoyada sobre los rieles.

Se procede a colocar los ganchos de los cables de los tirfors en las orejas frontales de la plataforma móvil mientras el otro extremo se fija a orejas ancladas a la pared de concreto de la chimenea.

Se inicia el movimiento sincronizado de los tirfors, tirando hacia el interior de la chimenea hasta alcanzar la posición final en el centro de la chimenea.

Con la chimenea en posición central se sueltan los tirfors, y se procede a la instalación de los cables en las placas de izaje de la sección 1, a través de las ranuras previstas para tal fin, pasándose luego desde el extremo inferior del cable los topes tubulares provistos de mordazas.

Instalados los 8 cables (2 en cada eje, cada 90°) se procede a la nivelación uno por uno de los cables con el equipo hidráulico, tras lo cual se inicia el ascenso de la primera sección.

Durante el ascenso se debe mantener vigilancia del correcto funcionamiento de todas las gatas de cable, además de personal en el andamiaje para revisar la marca instalada con la parte inferior de la sección. Cada carrera de ascenso es de 0,2 m. por lo que para recorrer los 10,5 metros se requieren algunas horas.

Mientras se inicia el ascenso se jala la plataforma móvil fuera de la chimenea y se realizan las maniobras para colocar la segunda sección al pie de la chimenea.

Cuando la parte inferior de la sección 7 supera la marca de 10,5 metros (aproximadamente a una elevación de 11,3 metros respecto del nivel del suelo) colocada en el andamiaje se detiene la maniobra de izaje. Se realiza entonces el ingreso de la sección 2 repitiendo la maniobra de halado con los tirfors.

Con la segunda sección en posición se inicia el descenso del balso hasta la elevación de la plataforma móvil, se desciende también la plataforma colgante hasta aproximadamente 1,2 m bajo el nivel superior de la sección 2.

Con la ayuda del balsa se sube el personal, las herramientas y cables de soldar hasta la plataforma colgante adyacente a la zona de unión de las secciones 1 y 2, se fija mediante soldadura la plataforma colgante a la sección 2.

Se procede al descenso de la sección 1 sobre la sección 2, se procede al armado, apuntalado y soldeo de la junta entre secciones.

Terminada la soldadura de unión de las secciones 1 y 2, se procede a colocar exteriormente el aislamiento térmico a la zona de la junta, además se suelta la plataforma colgante y se desciende al personal con el balsa.

Se inicia nuevamente la maniobra de izaje, se elevan uno a uno los cables hasta que estén tensos, luego se inicia el ascenso.

Se repite la secuencia igual hasta la unión de las secciones 5 y 6.

Cuando se tiene unidas las secciones desde la 1 a la 6 se procede a izar todo ese conjunto hasta el tope de la chimenea, una vez allí se sujeta con las barras de sujeción de la estructura de izaje, cada barra lleva 2 tuercas en cada extremo y una vez instaladas las 04 barras se procede a soltar el conjunto de los cables para lo cual estos se descienden en conjunto hasta la una elevación aproximada de 11,3 m sobre el nivel del piso.

Con el conjunto fijo en la parte superior de la chimenea y mientras se bajan los cables se procede a retirar la plataforma móvil e instalar sobre ella la sección 7, se hala dentro de la chimenea y se instalan los cables en las placas del collarín de izaje. Se repite entonces el procedimiento análogo para unir las primeras secciones.

Cuando se tiene unidas las secciones 7, 8, y 9 se procede a izar este segundo conjunto hasta dejarlo muy próximo al primer conjunto, entonces se colocan otras 04

cuatro barras de fijación entre los collarines de izaje instalados en las secciones 6 y 7, colgándose el segundo conjunto del primero, con lo cual ahora todo el conjunto esta “colgado” de las primeras cuatro barras de fijación en la estructura de izaje instalada en el tope de chimenea.

Después de realizada la maniobra anterior se procede a descender los cables de izaje, mientras se retira la plataforma móvil y se coloca en ella la sección 10, se hala hacia el interior de la chimenea y se procede a la colocación de los cables de izaje en el collarín. Se repite entonces el procedimiento para obtener un tercer conjunto conformado por las secciones 10, 11 y 12. En la sección 12, la cual es la que lleva los ductos de entrada de gases a la chimenea, se ha instalado previamente a ingresarla a posición, la placa separadora de gases.

Se inicia el izaje del tercer conjunto, para lo cual se hace uso de los cables hasta dejarlo muy próximo al segundo conjunto. Este tercer conjunto ya no se “cuelga” de los anteriores, se mantiene suspendido de los cables de izaje mientras se culminan los trabajos en la zona inferior. La parte inferior de este tercer conjunto debe quedar aproximadamente a 6 metros sobre el nivel del suelo.

Se coloca la sección 14 en la plataforma móvil y se conduce al interior, una vez en posición se procede a colgarla con tecles de la parte inferior del tercer conjunto, lo suficiente para poder retirar la plataforma móvil y retirar parcialmente los rieles, lo necesario para poder descender la sección 14, a su posición definitiva. Se sueltan los tecles y se apoya la parte inferior de esta sección en la placa base de la chimenea, se suelda todo alrededor y se ajustan los pernos de anclaje. Esta sección cuenta además con el manhole para ingreso al interior del cañón de la chimenea.

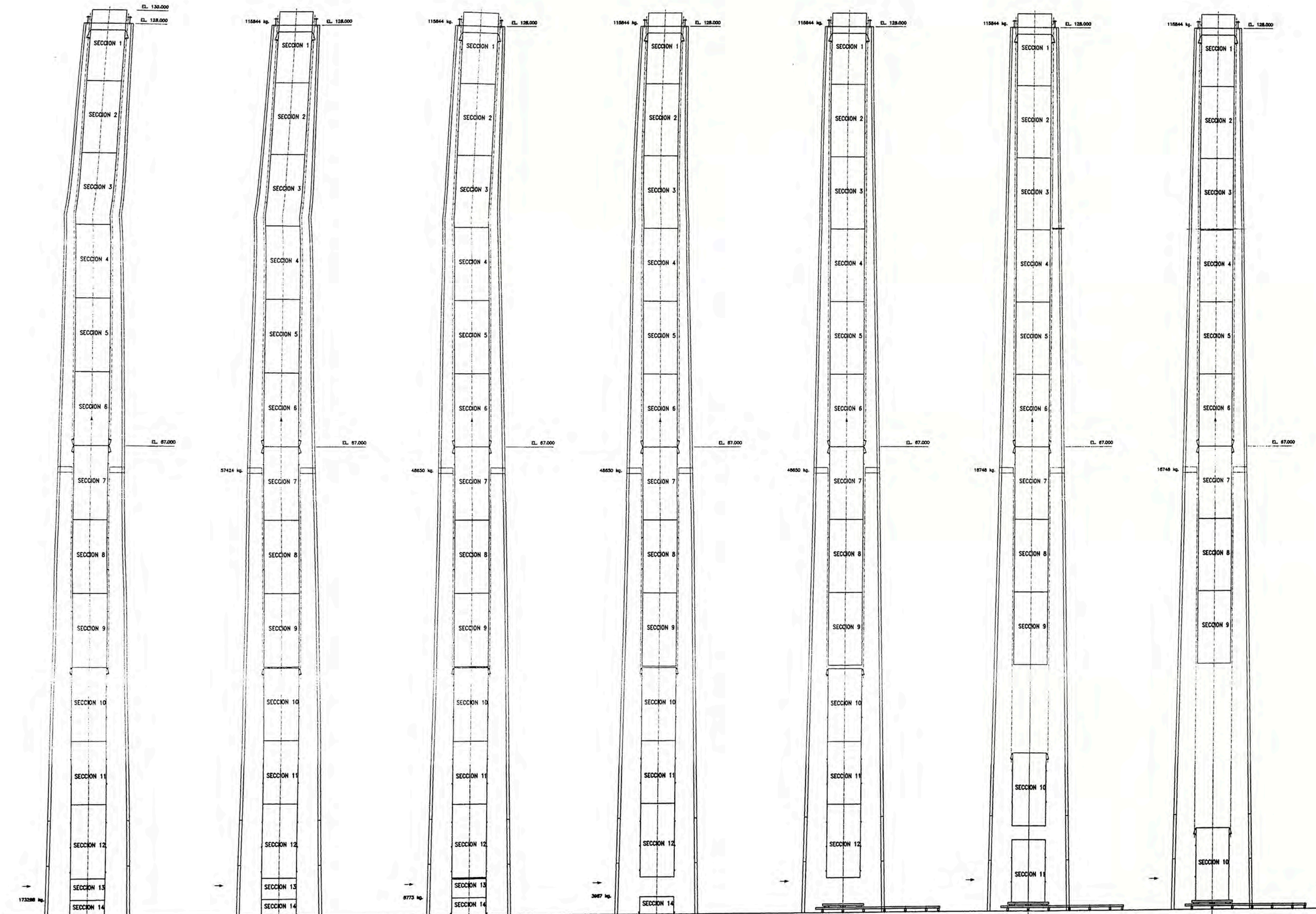
Con la sección 14 en posición, se procede a elevar el nivel de los rieles hasta el borde superior de la sección, reponiendo incluso algunos tramos, dentro de la sección 14.

Realizado lo anterior se procede a colocar la sección 13 sobre 4 rodillos o tortugas, con los cuales se hala hacia el interior a su posición final, donde se cuelga ligeramente del tercer conjunto, lo suficiente para retirar las tortugas y proceder a realizar la unión de las secciones 13 y 14.

Se procede luego al descenso del tercer conjunto, realizando la unión entre este y la sección 13.

Se llevan los cables cerca de la elevación 67 y se procede a elevar el segundo conjunto y retirar las barras de sujeción tras lo cual, se desciende hasta unirlo con el tercer conjunto cerca de la elevación 34.

Terminada la soldadura entre el segundo y tercer conjunto, se llevan los cables hasta el tope de la chimenea, se colocan en el primer conjunto, se levanta ligeramente, se retiran las barras de sujeción y se desciende sobre el segundo conjunto. Se realiza la unión del primer y segundo conjunto, dándose por concluido el montaje del nuevo ducto metálico de la chimenea.



PASO 1
ESCALA: 1/300

PASO 2
ESCALA: 1/300

PASO 3
ESCALA: 1/300

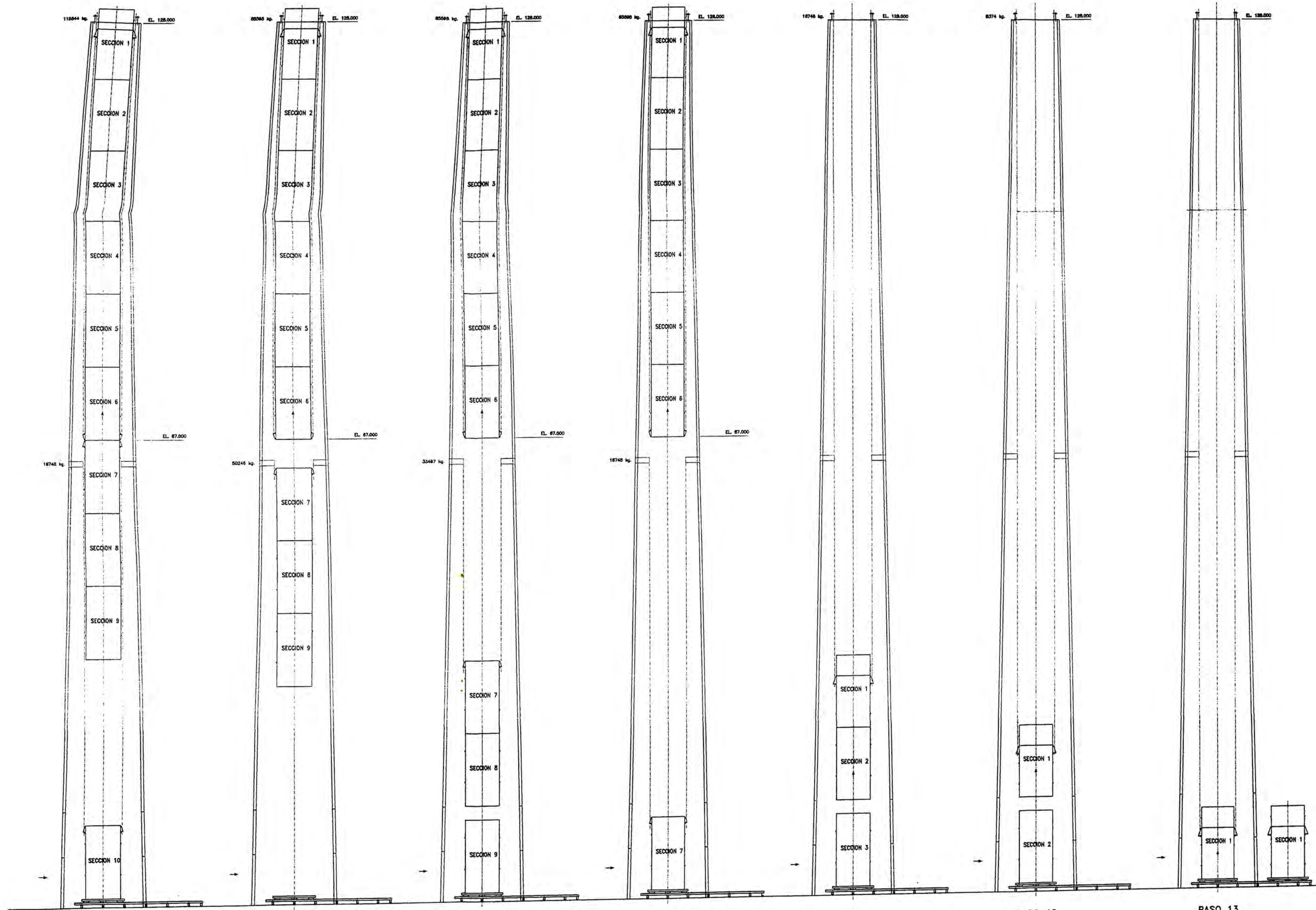
PASO 4
ESCALA: 1/300

PASO 5
ESCALA: 1/300

PASO 6
ESCALA: 1/300

PASO 7
ESCALA: 1/300

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA	
INFORME DE SUFICIENCIA	
CHIMENEA 130 m. CENTRAL TERMoeLECTRICA ILO 21	
DESMONTAJE	
PLANO :	P-001 1/2
	REV: 0



PASO 7
ESCALA: 1/300

PASO 8
ESCALA: 1/300

PASO 9
ESCALA: 1/300

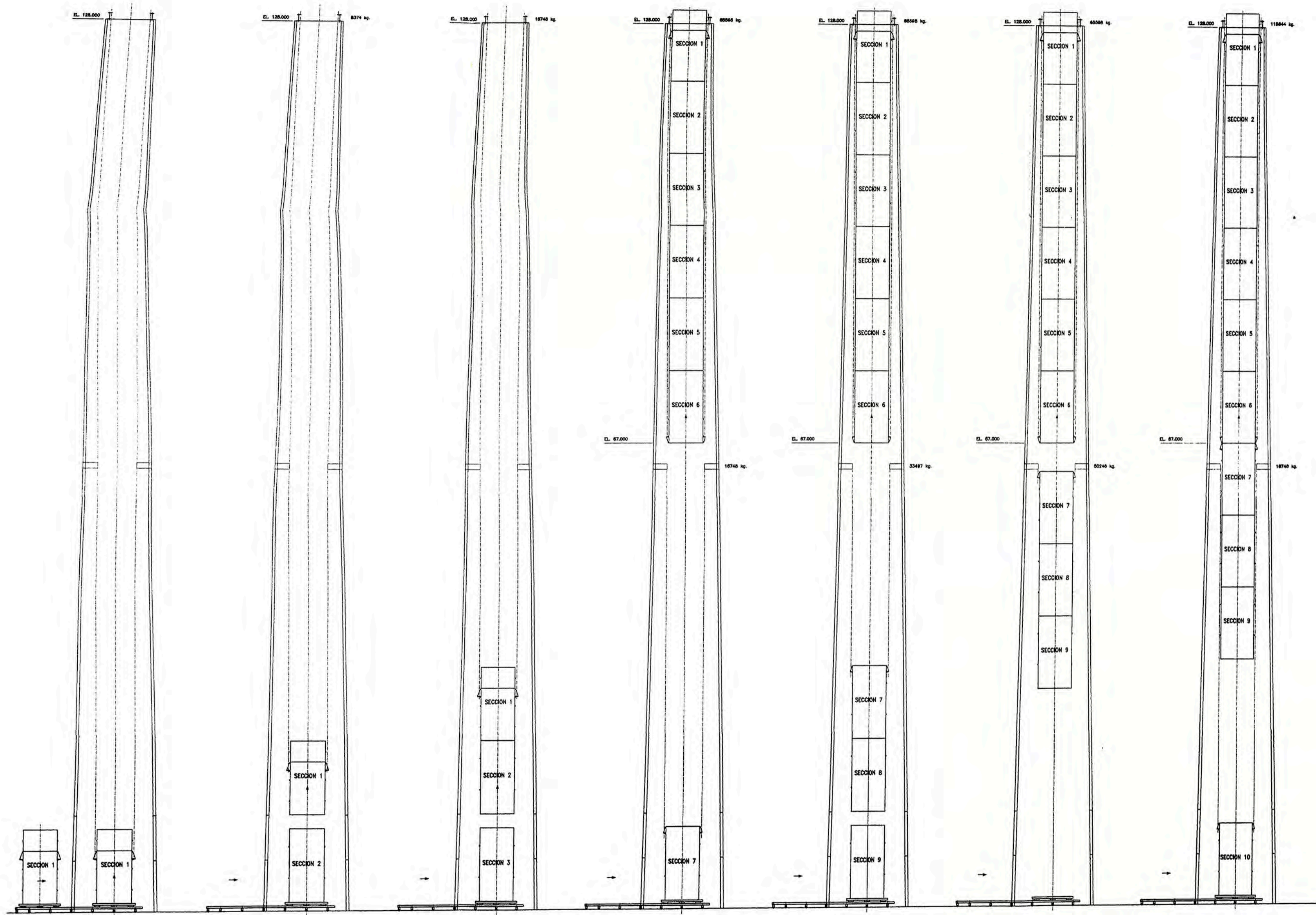
PASO 10
ESCALA: 1/300

PASO 11
ESCALA: 1/300

PASO 12
ESCALA: 1/300

PASO 13
ESCALA: 1/300

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA		
INFORME DE SUFICIENCIA		
CHIMENEA 130 m. CENTRAL TERMoeLECTRICA ILO 21		
DESMONTAJE		
PLANO :	P-001 2/2	REV: 0



PASO 1
ESCALA: 1/300

PASO 2
ESCALA: 1/300

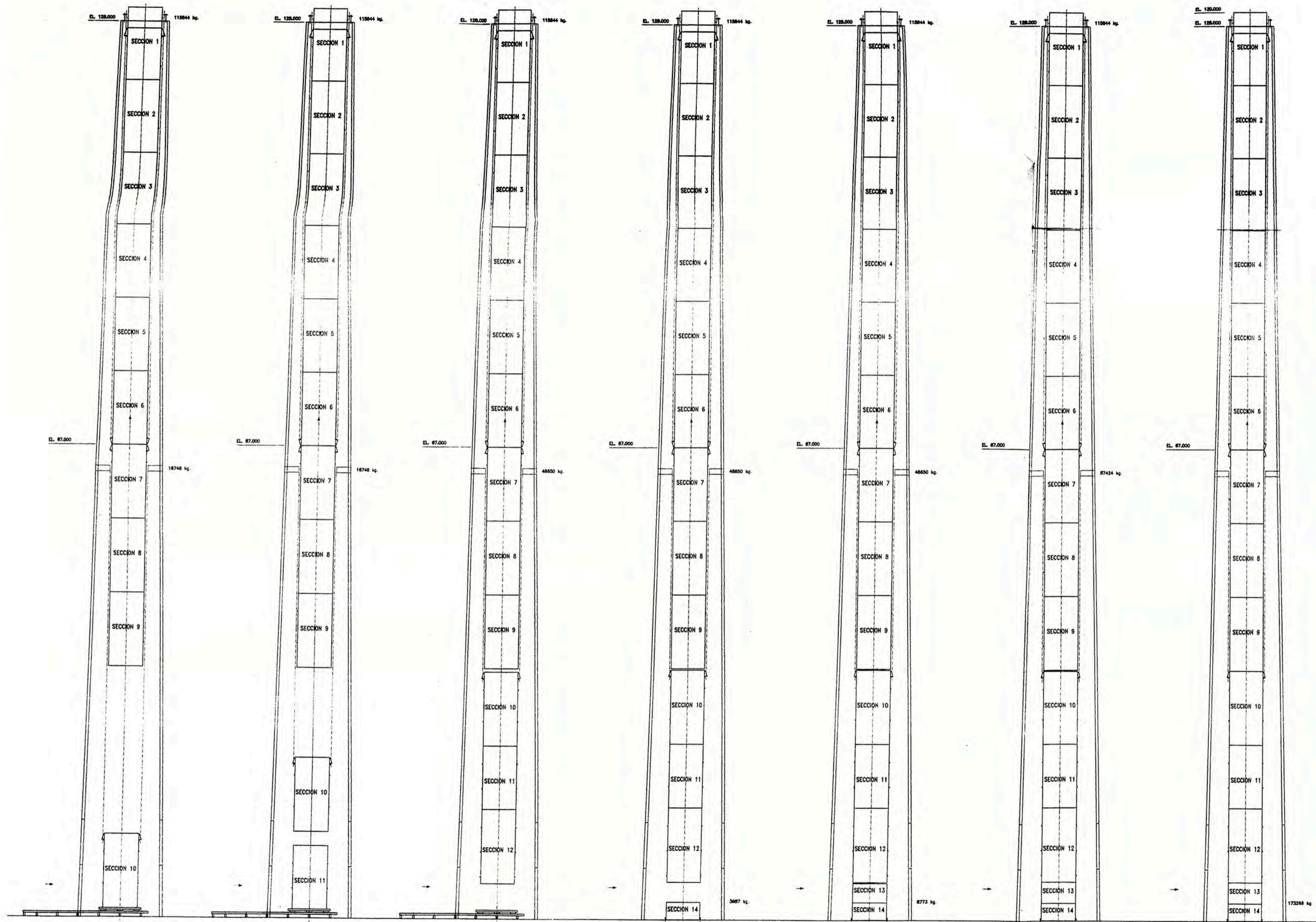
PASO 3
ESCALA: 1/300

PASO 4
ESCALA: 1/300

PASO 5
ESCALA: 1/300

PASO 6
ESCALA: 1/300

PASO 7
ESCALA: 1/300



CAPITULO 5

RESULTADOS DEL PROYECTO

5.1 Estructura de costos del proyecto

En las tablas que se muestran en el presente capítulo, se ha detallado una estructura de costos que nos lleva a obtener el presupuesto base del proyecto. Se han agrupado las partidas por rubros comunes para tener una estructura confiable y asegurar que todos los costos están incluidos.

Para la estimación del presupuesto final del proyecto, que constituirá la línea base del costo, se han considerado precios actuales en US\$.

PRESUPUESTO BASE DEL PROYECTO

Proyecto: Reemplazo del ducto metálico de la chimenea de 130 m de la central termoeléctrica Ilo 21

Fecha de presupuesto: Oct 2006

Preparado por: OVS

Item	Partida	Cant.	Unidad	Precio unit	Precio parcial
Trabajos preliminares					
1	Planificación del proyecto	1	GLB	64.750,00	64.750,00
2	Movilización de personal, materiales, equipos y herramientas	1	GLB	114.600,00	114.600,00
3	Oficinas y almacenes	1	GLB	5.400,00	5.400,00
4	Baños portátiles	1	GLB	3.800,00	3.800,00
5	Replanteo en sitio	1	GLB	3.240,00	3.240,00
Instalación de facilidades					
6	Ascensor y plataforma acceso a cima chimenea	1	GLB	6.740,00	6.740,00
7	Estructura superior	1	GLB	11.565,00	11.565,00
8	Estructura y equipo de izaje	1	GLB	12.775,00	12.775,00
9	Plataforma colgante	1	GLB	3.830,00	3.830,00
10	Balzo colgante motorizado	1	GLB	10.600,00	10.600,00
11	Rieles y plataforma móvil	1	GLB	13.125,00	13.125,00
Desmontaje y desmantelamiento de ducto antiguo					
12	Desmontaje de ducto antiguo	1	GLB	40.320,00	40.320,00
13	Desmantelamiento y traslado a zona de chatarra (dist máx = 5 kms)	1	GLB	37.785,00	37.785,00
Fabricación y montaje					
14	Fabricación y montaje del ducto y accesorios en acero inoxidable	2.000	Kg	19,36	38.723,70
15	Fabricación y montaje del ducto y accesorios en acero al carbono	173.000	Kg	4,84	837.400,00
16	Fabricación y montaje de ductos de ingreso de gases en acero al carbono	6.500	Kg	4,84	31.463,01
17	Fabricación y montaje de fondo del nuevo ducto en acero inoxidable	500	Kg	19,36	9.680,92
Aislamiento térmico					
18	Suministro e instalación de aislamiento térmico	2.200	m2	150,00	330.000,00
Retiro de facilidades					
19	Desmontaje de rieles y plataforma móvil	1	GLB	1.850,00	1.850,00
20	Desmantelamiento de plataforma colgante	1	GLB	830,00	830,00
21	Desmontaje de balzo colgante	1	GLB	300,00	300,00
22	Desmantelamiento de estructura superior , estructura y equipo de izaje	1	GLB	7.585,00	7.585,00
23	Desmontaje de ascensor	1	GLB	3.240,00	3.240,00
Desmovilización					
24	Desmovilización de personal, facilidades, equipos y herramientas	1	GLB	8.900,00	8.900,00
Sub-Total					1.598.502,63
Gastos generales (25%)					399.625,66
Utilidad (12%)					191.820,32
TOTAL PRESUPUESTO				US\$	2.189.948,60

Estructura de costos de partidas

1. Planificación del proyecto					
Recursos humanos					
Item	Cant	Descripción	Costo unitario (US\$ / hh)	Tiempo requerido (hh)	Sub-total
1	1	Gerente de proyecto	40	250	10.000,00
2	1	Ingeniero residente	35	250	8.750,00
3	1	Ingeniero de planeamiento	30	250	7.500,00
4	1	Ingeniero de seguridad	30	250	7.500,00
5	1	Ingeniero de control de calidad	30	250	7.500,00
6	1	Responsable de oficina técnica	25	250	6.250,00
7	1	Administrador	35	250	8.750,00
					64.750,00
Equipos					
Item	Cant	Descripción	Costo unitario (US\$ / hm)	Tiempo requerido (hm)	Sub-total
8	7	Computadoras	10	100	7.000,00
9	1	Otros equipos de oficina	15	100	1.500,00
					64.750,00
2. Movilización de personal, materiales, equipos y herramientas					
Movilización de personal (Lima - Ilo)					
Item	Cant	Descripción	Costo unitario (US\$)		Sub-total
1	50	Pasajes Lima - Ilo	30		1.500,00
2	10	Pasajes aéreos Lima - Tacna	100		1.000,00
3	10	Pasajes terrestres Tacna - Ilo	10		100,00
Movilización de personal (Ilo - Obra)					
Item	Cant	Descripción	Costo unitario (US\$ / mes)	Tiempo requerido (mes)	Sub-total
4	2	Alquiler de camionetas para staff	1500	4	12.000,00
5	1	Servicio de movilidad para personal	2500	4	10.000,00
Movilización de materiales, equipos y herramientas					
Item	Cant	Descripción	Costo unitario (US\$)		Sub-total
6	20	Viajes Lima-Ilo	1000		20.000,00
Vivienda para personal					
Item	Cant	Descripción	Costo unitario (US\$ / mes)	Tiempo requerido (mes)	Sub-total
7	1	Alquiler de vivienda para staff	1000	4	4.000,00
8	1	Alquiler de vivienda para obreros	2500	4	10.000,00
Alimentación para personal					
Item	Cant	Descripción	Costo unitario (US\$ / mes)	Tiempo requerido (mes)	Sub-total
9	1	Alimentación personal staff	5000	4	20.000,00
10	1	Alimentación personal obrero	9000	4	36.000,00
					114.600,00
3. Oficinas y almacenes					
Item	Cant	Descripción	Costo unitario (US\$ / mes)	Tiempo requerido (mes)	Sub-total
1	1	Alquiler de oficina de obra	500	4	2.000,00
2	1	Alquiler de oficina en Ilo	500	4	2.000,00
3	1	Alquiler de contenedor para almacén	350	4	1.400,00
					5.400,00
4. Baños portátiles					
Item	Cant	Descripción	Costo unitario (US\$ / mes)	Tiempo requerido (mes)	Sub-total
1	2	Baños para personal obrero	300	4	2.400,00
2	1	Baños para personal staff	350	4	1.400,00
					3.800,00
5. Replanteo en sitio					
Item	Cant	Descripción	Costo unitario (US\$ / hh)	Tiempo requerido (hh)	Sub-total
1	1	Responsable de oficina técnica	25	40	1.000,00
2	1	Supervisor de obra	20	40	800,00
3	1	Topografo	20	40	800,00
4	2	Ayudante	8	40	640,00
					3.240,00

Estructura de costos de partidas

6. Ascensor y plataforma acceso a cima chimenea						
Recursos humanos						
Item	Cant	Descripción	Costo unitario (US\$ / hh)	Cant hh / grupo	Tiempo requerido (días)	Sub-total
1	1	Grupo 1	10,00	60,00	7	4.200,00
Consumibles						
Item	Cant	Descripción	unidad	Costo unitario		Sub-total
2	20	Soldadura	kg	4,00		80,00
3	1	Oxigeno + acetileno	m3	10,00		5,00
4	2	Discos esmeril	pza	2,50		5,00
Equipos						
Item	Cant	Descripción	Costo unitario (US\$ / hm)	Tiempo requerido (días)	hm / día	Sub-total
5	1	Equipo de corte	4,00	7,00	10	280,00
6	2	Máquina de soldar	8,00	7,00	10	1.120,00
7	1	Camión grúa 6 ton	30,00	3,50	10	1.050,00
						6.740,00
7. Estructura superior						
Recursos humanos						
Item	Cant	Descripción	Costo unitario (US\$ / hh)	Cant hh / grupo	Tiempo requerido (días)	Sub-total
1	1	Grupo 1	10,00	60,00	4	2.400,00
2	1	Grupo 2	10,00	70,00	3	2.100,00
Materiales y Consumibles						
Item	Cant	Descripción	unidad	Costo unitario		Sub-total
3	7	Perfil W10*150	pza	500,00		3.500,00
4	4	Pl 1/2" x 300 x300	pza	10,00		40,00
5	50	Soldadura	kg	4,00		200,00
6	2	Oxigeno + acetileno	m3	10,00		20,00
7	6	Discos esmeril	pza	2,50		15,00
Equipos						
Item	Cant	Descripción	Costo unitario (US\$ / hm)	Tiempo requerido (días)	hm / día	Sub-total
6	2	Equipo de corte	4,00	7,00	10	560,00
7	3	Máquina de soldar	8,00	7,00	10	1.680,00
8	1	Camión grúa 6 ton	30,00	3,50	10	1.050,00
						11.565,00
8. Estructura y equipo de izaje						
Recursos humanos						
Item	Cant	Descripción	Costo unitario (US\$ / hh)	Cant hh / grupo	Tiempo requerido (días)	Sub-total
1	1	Grupo 1	10,00	60,00	4	2.400,00

Estructura de costos de partidas

Materiales y Consumibles						
Item	Cant	Descripción	unidad	Costo unitario		Sub-total
2	4	Perfil W32*280	pza	2.200,00		8.800,00
3	8	PI 1/2" x 1000 x 800	pza	40,00		320,00
4	10	Soldadura	kg	4,00		40,00
5	1	Oxigeno + acetileno	m3	10,00		10,00
6	2	Discos esmeril	pza	2,50		5,00
						12.775,00
Equipos						
Item	Cant	Descripción	Costo unitario (US\$ / hm)	Tiempo requerido (días)	hm / día	Sub-total
7	1	Equipo de corte	4,00	3,00	10	120,00
8	2	Máquina de soldar	8,00	3,00	10	480,00
9	1	Camión grúa 6 ton	30,00	2,00	10	600,00
						12.775,00
9. Plataforma colgante						
Recursos humanos						
Item	Cant	Descripción	Costo unitario (US\$ / hh)	Cant hh / grupo	Tiempo requerido (días)	Sub-total
1	1	Grupo 1	10,00	60,00	3	1.800,00
Materiales y Consumibles						
Item	Cant	Descripción	unidad	Costo unitario		Sub-total
2	7	Perfil tubular 50 x 50 x 3	pza	100,00		700,00
3	8	Perfil angular 20 x 20 x 4	pza	15,00		120,00
4	20	Soldadura	kg	4,00		80,00
5	2	Oxigeno + acetileno	m3	10,00		20,00
6	4	Discos esmeril	pza	2,50		10,00
Equipos						
Item	Cant	Descripción	Costo unitario (US\$ / hm)	Tiempo requerido (días)	hm / día	Sub-total
7	1	Equipo de corte	4,00	2,50	10	100,00
8	2	Máquina de soldar	8,00	2,50	10	400,00
9	1	Camión grúa 6 ton	30,00	2,00	10	600,00
						3.830,00
10. Balso colgante motorizado						
Recursos humanos						
Item	Cant	Descripción	Costo unitario (US\$ / hh)	Cant hh / grupo	Tiempo requerido (días)	Sub-total
1	1	Grupo 1	10,00	60,00	1	600,00
Equipos						
Item	Cant	Descripción	Costo unitario (US\$ / mes)	Tiempo requerido (meses)		Sub-total
2	1	Alquiler de balso motorizado (incluye 2 op	2.500,00	4,00		10.000,00
						10.600,00

Estructura de costos de partidas

11. Estructura inferior y plataforma móvil						
Recursos humanos						
Item	Cant	Descripción	Costo unitario (US\$ / hh)	Cant hh / grupo	Tiempo requerido (dias)	Sub-total
1	1	Grupo 1	10,00	60,00	3	1.800,00
2	1	Grupo 2	10,00	70,00	3	2.100,00
Materiales y Consumibles						
Item	Cant	Descripción	unidad	Costo unitario		Sub-total
3	10	Perfil W10*150	pza	500,00		5.000,00
4	6	Perfil W8*65	pza	250,00		1.500,00
5	4	Pl 1/2" x 300 x300	pza	10,00		40,00
6	100	Soldadura	kg	4,00		400,00
7	4	Oxigeno + acetileno	m3	10,00		40,00
8	10	Discos esmeril	pza	2,50		25,00
Equipos						
Item	Cant	Descripción	Costo unitario (US\$ / hm)	Tiempo requerido (dias)	hm / día	Sub-total
9	3	Equipo de corte	4,00	3,00	10	360,00
10	4	Máquina de soldar	8,00	3,00	10	960,00
11	1	Camión grúa 6 ton	30,00	3,00	10	900,00
						13.125,00

Estructura de costos de partidas

12. Desmontaje de ducto antiguo						
Recursos humanos						
Item	Cant	Descripción	Costo unitario (US\$ / hh)	Cant hh / grupo	Tiempo requerido (dias)	Sub-total
1	1	Grupo 1	10	60,00	13,5	8.100,00
2	1	Grupo 6	10	90,00	16,5	14.850,00
Consumibles						
Item	Cant	Descripción	unidad	Costo unitario		Sub-total
3	6	Oxigeno + acetileno	m3	10,00		60,00
4	12	Discos esmeril	pza	2,50		30,00
Equipos						
Item	Cant	Descripción	Costo unitario (US\$ / hm)	Tiempo requerido (dias)	hm / día	Sub-total
5	2	Equipo de corte	4	16,00	10	1.280,00
6	1	Grúa 90 ton	100	16,00	10	16.000,00
						40.320,00
13. Desmantelamiento y traslado a zona de chatarra						
Recursos humanos						
Item	Cant	Descripción	Costo unitario (US\$ / hh)	Cant hh / grupo	Tiempo requerido (dias)	Sub-total
1	1	Grupo 1	10	60,00	12	7.200,00
2	1	Grupo 6	10	90,00	12	10.800,00
Consumibles						
Item	Cant	Descripción	unidad	Costo unitario		Sub-total
3	20	Oxigeno + acetileno	m3	10,00		200,00
4	10	Discos esmeril	pza	2,50		25,00
Equipos						
Item	Cant	Descripción	Costo unitario (US\$ / hm)	Tiempo requerido (dias)	hm / día	Sub-total
5	2	Equipo de corte	4	12,00	10	960,00
6	1	Camión plataforma	25	12,00	10	3.000,00
7	1	Camión grúa	30	12,00	10	3.600,00
6	1	Grúa 90 ton	100	12,00	10	12.000,00
						37.785,00

Estructura de costos de partidas

15. Fabricación y montaje de ducto en acero al carbono						
Recursos humanos						
Item	Cant	Descripción	Costo unitario (US\$ / hh)	Cant hh / grupo	Tiempo requerido (días)	Sub-total
1	1	Grupo 1 taller	10	40	30	12.000,00
2	1	Grupo 2 taller	10	40	30	12.000,00
3	1	Grupo 3 taller	10	50	30	15.000,00
4	1	Grupo 1	10	60	100	60.000,00
5	1	Grupo 2	10	70	100	70.000,00
6	1	Grupo 3	10	70	100	70.000,00
7	1	Grupo 4	10	70	100	70.000,00
8	1	Grupo 5	10	70	100	70.000,00
9	1	Grupo 6	10	90	100	90.000,00
Consumibles						
Item	Cant	Descripción	unidad	Costo unitario		Sub-total
10	2.300	Soldadura	kg	4		9.200,00
11	50	Oxigeno + acetileno	m3	10		500,00
12	200	Discos esmeril	pza	2,5		500,00
Materiales						
Item	Cant	Descripción	unidad	Costo unitario		Sub-total
13	160.000	Planchas de acero al carbono	kg	1,15		184.000,00
14	75	Perfiles angulares 3" x 3" x 1/4"	pza	20		1.500,00
15	4	Viga W8 x 50	pza	200		800,00
16	24	Perfiles angulares 5" x 5" x 3/4"	pza	100		2.400,00
17	12	Canal C8 x 24	pza	150		1.800,00
Equipos						
Item	Cant	Descripción	Costo unitario (US\$ / hm)	Tiempo requerido (días)	hm / día	Sub-total
18	8	Equipo de corte	4	65	10	20.800,00
19	12	Máquina de soldar	8	65	10	62.400,00
20	1	Camión grúa	30	65	10	19.500,00
21	1	Grúa 90 ton	100	65	10	65.000,00
Parcial						837.400,00
Peso						173.000,00

P.U. (US\$ / kg)	4,84
-------------------------	-------------

El precio unitario de las partida 16, se ha considerado igual al precio de la partida 15

El precio unitario de las partidas 14 y 17, se ha considerado como 4 veces el precio de la partida 15

Estructura de costos de partidas

19. Desmontaje de rieles y plataforma móvil						
Recursos humanos						
Item	Cant	Descripción	Costo unitario (US\$ / hh)	Cant hh / grupo	Tiempo requerido (días)	Sub-total
1	1	Grupo 1	10	60	1	600,00
2	1	Grupo 6	10	90	1	900,00
Materiales y Consumibles						
Item	Cant	Descripción	unidad	Costo unitario		Sub-total
3	0,5	Oxigeno + acetileno	m3	10		5,00
4	2	Discos esmeril	pza	2,5		5,00
Equipos						
Item	Cant	Descripción	Costo unitario (US\$ / hm)	Tiempo requerido (días)	hm / día	Sub-total
5	1	Equipo de corte	4	1	10	40,00
6	1	Camión grúa 6 ton	30	1	10	300,00
						1.850,00
20. Desmantelamiento de plataforma colgante						
Recursos humanos						
Item	Cant	Descripción	Costo unitario (US\$ / hh)	Cant hh / grupo	Tiempo requerido (días)	Sub-total
1	1	Grupo 1	10	60	0,5	300,00
2	1	Grupo 2	10	70	0,5	350,00
Materiales y Consumibles						
Item	Cant	Descripción	unidad	Costo unitario		Sub-total
3	0,5	Oxigeno + acetileno	m3	10		5,00
4	2	Discos esmeril	pza	2,5		5,00
Equipos						
Item	Cant	Descripción	Costo unitario (US\$ / hm)	Tiempo requerido (días)	hm / día	Sub-total
5	1	Equipo de corte	4	0,5	10	20,00
6	1	Camión grúa 6 ton	30	0,5	10	150,00
						830,00
21. Retiro de Balso colgante motorizado						
Recursos humanos						
Item	Cant	Descripción	Costo unitario (US\$ / hh)	Cant hh / grupo	Tiempo requerido (días)	Sub-total
1	1	Grupo 1	10	60	0,5	300,00
						300,00

Estructura de costos de partidas

22. Desmontaje de estructura superior, estructura y equipo de izaje						
Recursos humanos						
Item	Cant	Descripción	Costo unitario (US\$ / hh)	Cant hh / grupo	Tiempo requerido (días)	Sub-total
1	1	Grupo 1	10	60	4,5	2.700,00
2	1	Grupo 6	10	90	3,5	3.150,00
Materiales y Consumibles						
Item	Cant	Descripción	unidad	Costo unitario		Sub-total
3	2	Oxigeno + acetileno	m3	10		20,00
4	2	Discos esmeril	pza	2,5		5,00
Equipos						
Item	Cant	Descripción	Costo unitario (US\$ / hm)	Tiempo requerido (días)	hm / día	Sub-total
5	2	Equipo de corte	4	4,5	10	360,00
6	1	Camión grúa 6 ton	30	4,5	10	1.350,00
						7.585,00
23. Desmontaje de ascensor y plataforma acceso a cima chimenea						
Recursos humanos						
Item	Cant	Descripción	Costo unitario (US\$ / hh)	Cant hh / grupo	Tiempo requerido (días)	Sub-total
1	1	Grupo 1	10	60	3,5	2.100,00
Consumibles						
Item	Cant	Descripción	unidad	Costo unitario		Sub-total
2	0,5	Oxigeno + acetileno	m3	10		5,00
3	2	Discos esmeril	pza	2,5		5,00
Equipos						
Item	Cant	Descripción	Costo unitario (US\$ / hm)	Tiempo requerido (días)	hm / día	Sub-total
4	1	Equipo de corte	4	2	10	80,00
5	1	Camión grúa 6 ton	30	3,5	10	1.050,00
						3.240,00

Estructura de costos de partidas

24. Desmovilización de personal, materiales, equipos y herramientas				
Desmovilización de personal (Ilo - Lima)				
Item	Cant	Descripción	Costo unitario (US\$)	Sub-total
1	60	Pasajes Ilo - Lima	30	1.800,00
2	10	Pasajes aéreos Tacna - Lima	100	1.000,00
3	10	Pasajes terrestres Ilo - Tacna	10	100,00
Desmovilización de materiales, equipos y herramientas				
Item	Cant	Descripción	Costo unitario (US\$)	Sub-total
4	6	Viajes Ilo - Lima	1.000	6.000,00
				8.900,00

CONCLUSIONES

1. La parte más crítica del proyecto comprende las etapas de desmontaje y montaje del ducto metálico de la chimenea, por ello es preciso ejecutar las labores de acuerdo a lo descrito en los procedimientos respectivos, tomando todas las medidas de seguridad que se consideren necesarias. Ninguna tarea debe realizarse sin los respectivos análisis de trabajo seguro y sin contar con los implementos de seguridad apropiados para la labor a realizar.
2. La ruta crítica del proyecto incluye los trabajos de desmontaje del antiguo ducto y montaje del nuevo ducto; los cuales son los más críticos de todo el proyecto, ya que nos encontramos con un único frente crítico de trabajo donde se trabaja en altura, a diferentes niveles e incluso en espacios reducidos; dándose el caso, de que no es posible efectuar más tareas en paralelo, o incrementar los recursos tratando de ajustar los tiempos en dicho frente, debido a que la secuencia de trabajo y la configuración del proyecto no lo permiten.
3. Es importante para el éxito del proyecto, por su complejidad y riesgo realizar una planificación según lo recomendado por el PMI en el PMBOK. El resultado de la planificación será un Plan de Proyecto adecuado a las

necesidades del proyecto, el cual será documento consensuado entre el contratista y el cliente, lo que permitirá fluidez y entendimiento mutuo, redundando en un desarrollo del proyecto acorde a las expectativas de los involucrados.

4. Dentro del Plan del Proyecto los análisis de riesgo son la primera gran fuente de detección de futuros problemas. Tener en cuenta que siempre será mejor detectar los posibles problemas antes de que ocurran y prever las respuestas a los mismos; por ello, los riesgos deben mantenerse bajo seguimiento permanente por la dirección del proyecto, tanto del lado del contratista como por el lado del cliente.
5. Para el presente proyecto se ha considerado que los equipos de izaje son suministrados por el cliente, ya que al tratarse de equipos especiales, estos no se consiguen en el medio local, por lo que deben ser traídos desde el exterior; en caso, sea el contratista quien deba conseguirlos, deberá considerarse tiempos mucho más largos de suministro de equipos. Debe tenerse en cuenta que, ya sea el cliente o el contratista quien los suministre, al tratarse de equipos alquilados debe maximizarse su utilización.
6. La inspección rutinaria de los equipos y herramientas empleados en el proyecto debe ser minuciosa y realizada por todo el personal, ya que todas las labores conllevan peligros asociados, más aún, si se tiene en cuenta que el

proyecto se desarrolla a pocos metros de la playa, donde el ambiente salino acelera los mecanismos de corrosión.

7. Al tratarse de un trabajo especial, se debe considerar la aptitud del personal para trabajar en altura.

8. Es probable que los métodos de desmontaje, fabricación y montaje, descritos en el presente informe sean superados en el futuro; aún así, se debe considerar que la metodología descrita tuvo éxito en la realización del primer ducto de la chimenea y por lo tanto su validez en el futuro no debe descartarse.

Bibliografía

1. Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK)

Norma Americana ANSI/PMI 99-001-2004 - Tercera Edición - 2004

Project Management Institute

2. Scanada – Heavy Lift Instruction Manual Steel Liner Lifting ILO - PERU

Rev. July 1999 – Para Commonwealth Dynamics Inc.

Scanada Lift Systems, Inc.

3. D1.1 - Structural Welding Code - Steel

Edición 2004

American Welding Society

4. LRFD Steel Construction Manual AISC

Tercera Edición - 2001

American Institute of Steel Construction

APENDICE 1

PLAN DE SEGURIDAD

Apéndice 1

A1. Plan de gestión de seguridad

A1.1 Objetivo

Establecer las acciones y la metodología para gestionar la seguridad durante las actividades del proyecto de tal manera de minimizar las lesiones y daño a la propiedad aspirando a la meta de “cero accidentes”

A1.2 Alcance

Este plan es específico para las labores a desarrollar en el proyecto de reemplazo del ducto metálico de la chimenea de 130 m de la central termoeléctrica Ilo 21, y debe ser de conocimiento de todos los involucrados en el mismo.

A1.3 Roles y responsabilidades

Del Gerente de Proyecto

- Liderar la gestión de seguridad, haciendo cumplir las directivas y programas de seguridad en el proyecto.
- Hacer cumplir los objetivos y metas trazadas en cuanto a la seguridad y salud se refiere.
- Participar de las auditorias al plan de gestión de seguridad y salud del proyecto.

Del Ingeniero Residente

- Responsable por el cumplimiento del plan de gestión de seguridad.
- Realizar seguimiento del cumplimiento de todas las áreas del proyecto en cuanto a la ejecución de todas las labores dentro de lo establecido en el plan de gestión de seguridad.
- Liderar las auditorias al plan de gestión de seguridad y salud del proyecto.
- Liderar la investigación de accidentes, en caso que estos ocurran.
- Asegurar la disponibilidad de los recursos requeridos para lograr el cumplimiento de los objetivos del plan de gestión de seguridad.

Del Jefe de Seguridad

- Asesorar a todas las áreas del Proyecto en cuanto a seguridad, salud e higiene.
- Auditar los aspectos de seguridad en el Proyecto.
- Efectuar las estadísticas de accidentes del Proyecto.
- Responsable de la de capacitación en seguridad, salud e higiene a los funcionarios y trabajadores del Proyecto.

Del personal staff y supervisores

- Conocer, cumplir y hacer cumplir las disposiciones respecto a la seguridad, salud e higiene del Proyecto.
- Dirigir los trabajos del personal a su cargo en forma segura, de acuerdo a las disposiciones de seguridad.

- Impartir charlas diarias de seguridad de 5 minutos a todo el personal.
- Controlar estrictamente a los trabajadores nuevos bajo su cargo.
- Mantener el área de trabajo limpio y ordenado.
- Informar al ingeniero residente e ingeniero de seguridad el inicio de los trabajos de alto riesgo, como: desmontaje del ducto, montaje del ducto, maniobras en altura, trabajos en caliente, etc.
- Solicitar sanciones para los trabajadores que infrinjan las normas de seguridad de acuerdo al procedimiento que se establece en el presente programa.
- Informar e investigar los accidentes y cuasi accidentes en su área. Si se trata de accidentes graves debe solicitar el asesoramiento del jefe de seguridad, si fuera necesario.

De los trabajadores en general

- Trabajar en forma segura, es requisito indispensable para mantener el empleo, acatando las disposiciones del Supervisor.
- Comunicar cualquier acto o condición insegura al Supervisor.
- Asistir a los cursos, charlas y reuniones de seguridad e higiene en forma obligatoria.
- Acatar las disposiciones, normas, reglas e instrucciones que imparta la empresa.
- Usar el equipo e implementos de seguridad que le entregue la empresa adecuadamente, según la tarea que realice.

- No realizar trabajos inseguros. Si es obligado a ello, comunicar al jefe de proyecto.
- Velar por la seguridad de sus compañeros de trabajo. Si observa algún peligro comuníquese lo inmediatamente.
- Mantener el área de trabajo limpia y ordenada.

A1.4 Auditoria de seguridad

Las auditorias se realizarán cuando sea requerido por el Cliente, para lo cual debe intervenir el gerente de proyecto, el responsable de seguridad y los supervisores.

Las auditorias tienen como propósito medir el desempeño de la seguridad en todas las áreas productivas del Proyecto o tomándose las medidas correctivas del caso.

Las auditorias son la base fundamental en el proceso de mejora continua de la Gestión de Seguridad.

A1.5 Estadística de seguridad

Índice de frecuencia y gravedad de accidentes

Se elaborarán estadísticas de seguridad mensuales, en base a los índices de frecuencia y gravedad, tomando como referencia el factor 1'000,000, las fórmulas son las siguientes:

a) Frecuencia:

$$F = \frac{\text{Número de accidentes} \times 1'000,000}{\text{N}^\circ \text{ H. H. Trabajadas}}$$

Nº H. H. Trabajadas

Donde: F es la frecuencia (cantidad de accidentes incapacitantes)

Número de accidentes incapacitantes ocurridos x 1'000.000, sobre las horas hombre trabajadas en determinado lapso, puede ser un mes, un año, etc.

b) Gravedad:

$$G = \frac{\text{Días perdidos x 1'000,000}}{\text{Nº H. H. Trabajadas}}$$

Donde G es la gravedad de los accidentes (Cuan graves han sido los accidentes)

Días perdidos, cuantos días de descanso médico han costado las lesiones y enfermedades ocupacionales.

Estas estadísticas serán elaboradas el responsable de seguridad y consignadas en los informes entregados al cliente.

A1.6 Programa de capacitación

Charla de inducción

Es la primera charla que recibe todo el personal antes de ingresar a laborar al proyecto, en esta charla se le informa y capacita sobre las normas de seguridad y normas específicas del cliente, las cuales tendrá que cumplir.

Charla diaria

Antes de empezar las labores, el Supervisor impartirá una charla de 5 minutos a su personal, orientándoles sobre el trabajo seguro que efectuarán. Cualquier trabajador que tenga alguna duda debe preguntar a su Supervisor y éste debe resolver el problema. Toda charla y reunión de seguridad que se imparta debe comunicarse por escrito en los formatos correspondientes, haciéndoles firmar a cada uno de los trabajadores como señal de conformidad.

Programa de entrenamiento

Como parte de las labores del proyecto, antes de proceder a realizar alguna tarea crítica se procederá a realizar una charla específica sobre el procedimiento desarrollado para esa actividad, realizándose además la identificación y análisis de la tarea, en donde se definen las responsabilidades, los equipos a emplear, los riesgos involucrados y las acciones a desarrollar de presentarse una emergencia.

A1.7 Procedimiento para identificar y analizar tareas de alto riesgo

- a) Determine las tareas de alto riesgo.- Mediante el formato de análisis de trabajo seguro (ATS) el supervisor, revisará y analizará paso a paso el procedimiento de trabajo con el fin de determinar las tareas de alto riesgo.
- b) Una reunión para cada ocupación. Los participantes deberán ser los trabajadores involucrados en la tarea, el responsable de seguridad, el supervisor y algún especialista, si se considera apropiado.
- c) Explique al grupo el trabajo a ejecutar y repase el procedimiento preparado.
- d) Escriba en una pizarra una relación de las tareas que el grupo perciba como de alto riesgo.

e) Realice el siguiente proceso:

- Liste los pasos de la tarea
- Identifique los peligros de cada paso
- Recomiende los controles que deben utilizarse para prevenir cualquier pérdida.
- Analice las tareas de alto riesgo.- Finalizado el paso anterior, todas las medidas de control recomendadas deberán implantarse oportunamente.

A1.8 Control de la documentación de seguridad

Informe mensual

Se presentaran mensualmente o de acuerdo al requerimiento del cliente. Para ello se realizaran inspecciones, auditorias, entre otros; deben incluirse también los índices del proyecto.

Inspecciones

Las inspecciones en obra son obligatorias con el objeto de detectar condiciones y actos inseguros y evitar accidentes y pérdidas potenciales.

En las inspecciones se debe tomar especial atención a los trabajos de alto riesgo para monitorear que se estén realizando de acuerdo a lo indicado en la ATS y se haya implementado todas las recomendaciones de la misma.

Tipos de inspecciones:

Inspecciones semanales: Por el gerente de proyecto e ingeniero residente

Inspecciones diarias: Por el supervisor y capataces, en su área respectiva.

Toda inspección y auditoria debe anotarse en el formulario correspondiente, recomendando las medidas correctivas del caso o aplicando las medidas disciplinarias respectivas a aquellos que infrinjan las normas de seguridad.

Las inspecciones de mantenimiento o correctivas debe efectuarlo el personal de mantenimiento, electricistas, mecánicos, etc. Debe hacerse uso de stickers o un código de colores que autorice su uso, si la instalación, equipo o herramienta inspeccionada esta conforme.

APENDICE 2

FIGURAS

(Figuras 1 a 24)

Figura 1 - Work Breakdown Structure - Estructura de descomposición del trabajo

PROYECTO DE REEMPLAZO DEL DUCTO METALICO DE LA CHIMENEA DE LA CENTRAL
TERMoeLECTRICA ILO 21

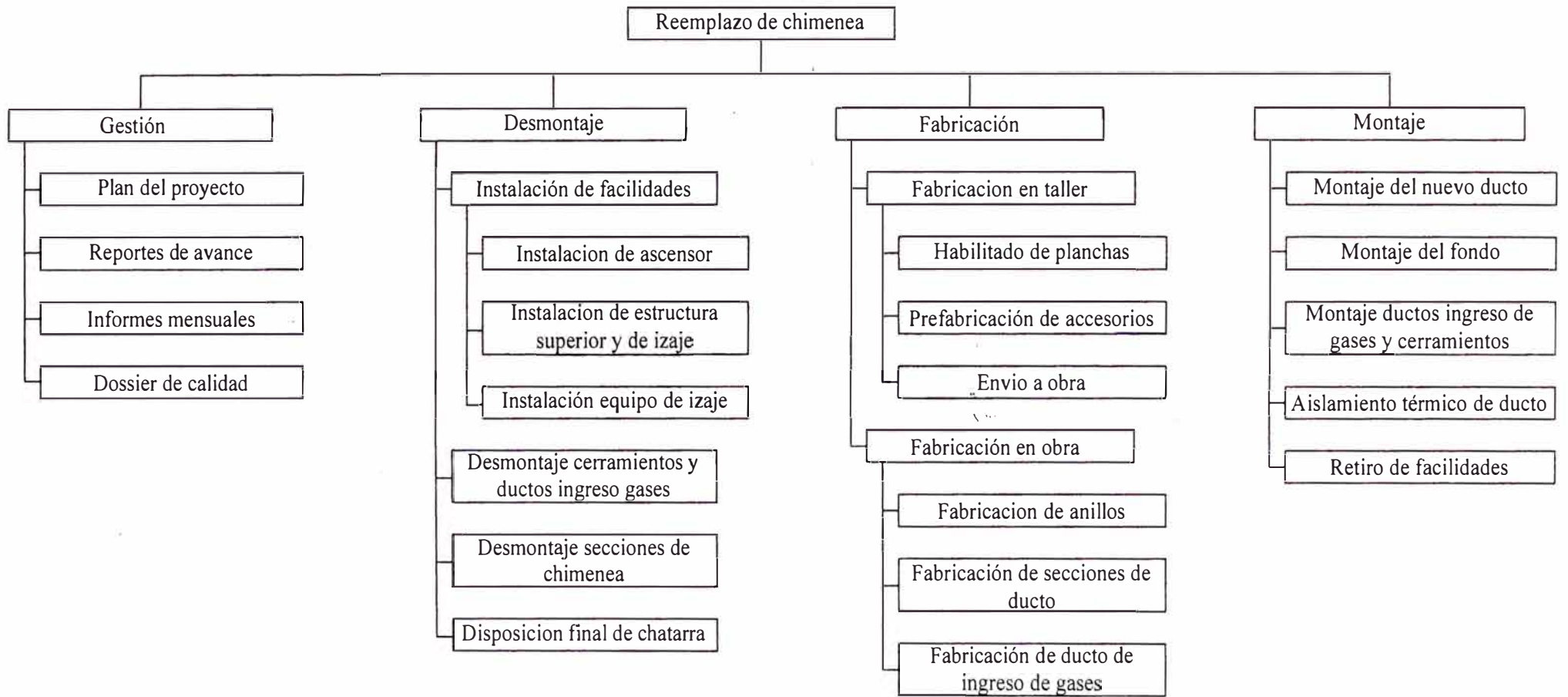


Figura 2 – Hoja de Solicitud de Cambio

Nombre del Proyecto:		Número de HSC:
Preparado por:		
Fecha:		
Documentación de respaldo:		
Persona que solicita el cambio:		
Descripción del cambio solicitado:		
Motivo del cambio solicitado:		
Categoría y Evaluación del cambio <input type="checkbox"/> Sin impacto en el costo y tiempo <input type="checkbox"/> Cambio en el proyecto, modificación o adición <input type="checkbox"/> Solicitado por el cliente		
Efecto sobre el costo del proyecto:		
Costo estimado del cambio:		
Incremento o reducción del costo estimado del proyecto:		
Efecto sobre el cronograma		
Tiempo estimado de ejecución del cambio:		
Nueva fecha de culminación del proyecto:		
Comentarios:		
Aprobación <input type="checkbox"/> Procede el cambio <input type="checkbox"/> Se rechaza el cambio		
Jefe de Proyecto	Firma	Fecha
Gerente de Área	Firma	Fecha

Figura 4 - Cronograma del proyecto

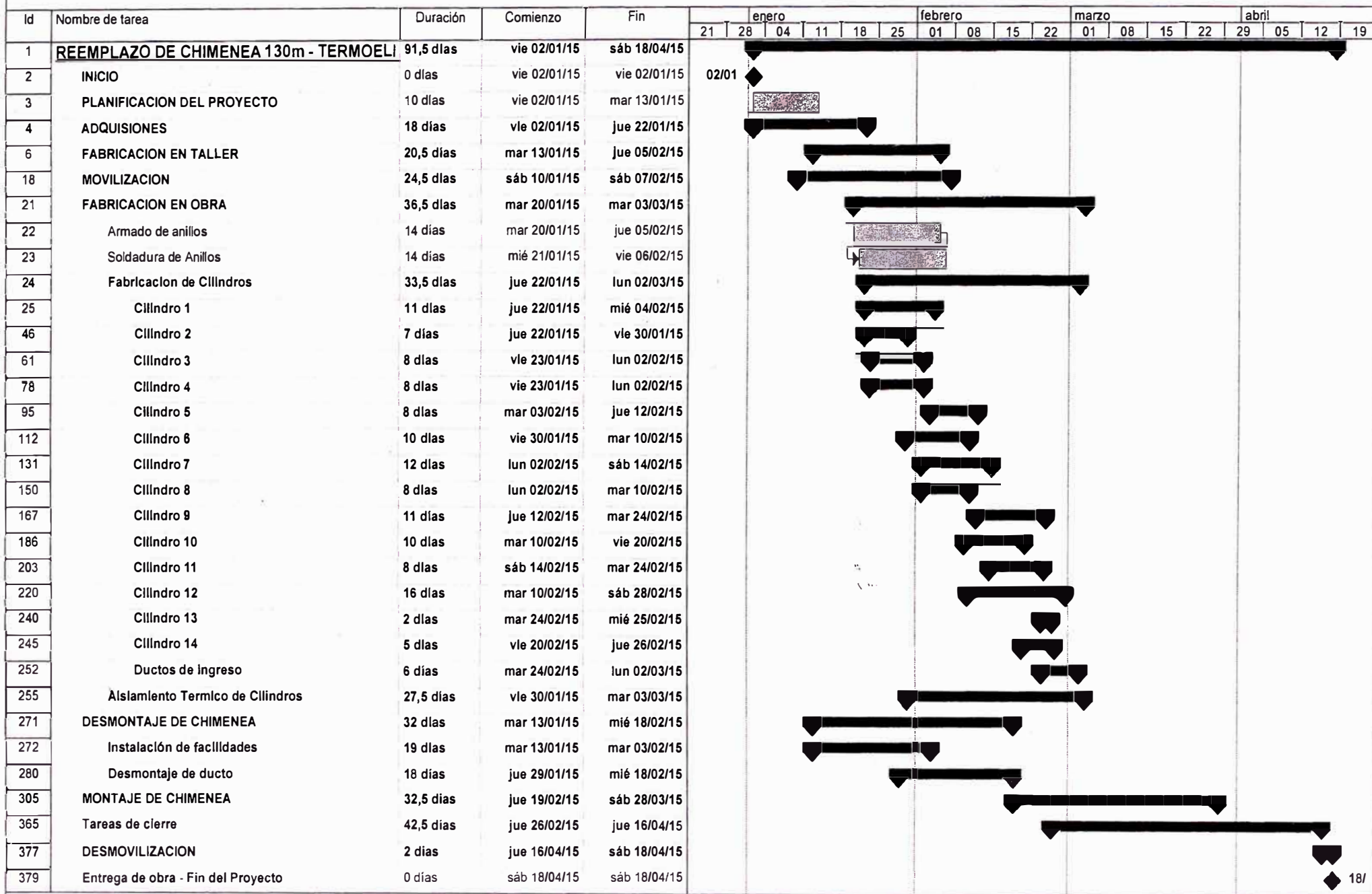


Figura 5 - Risk Breakdown Structure - Estructura de descomposición de riesgos

PROYECTO DE REEMPLAZO DEL DUCTO METALICO DE LA CHIMENEA DE LA CENTRAL TERMoeLECTRICA ILO 21

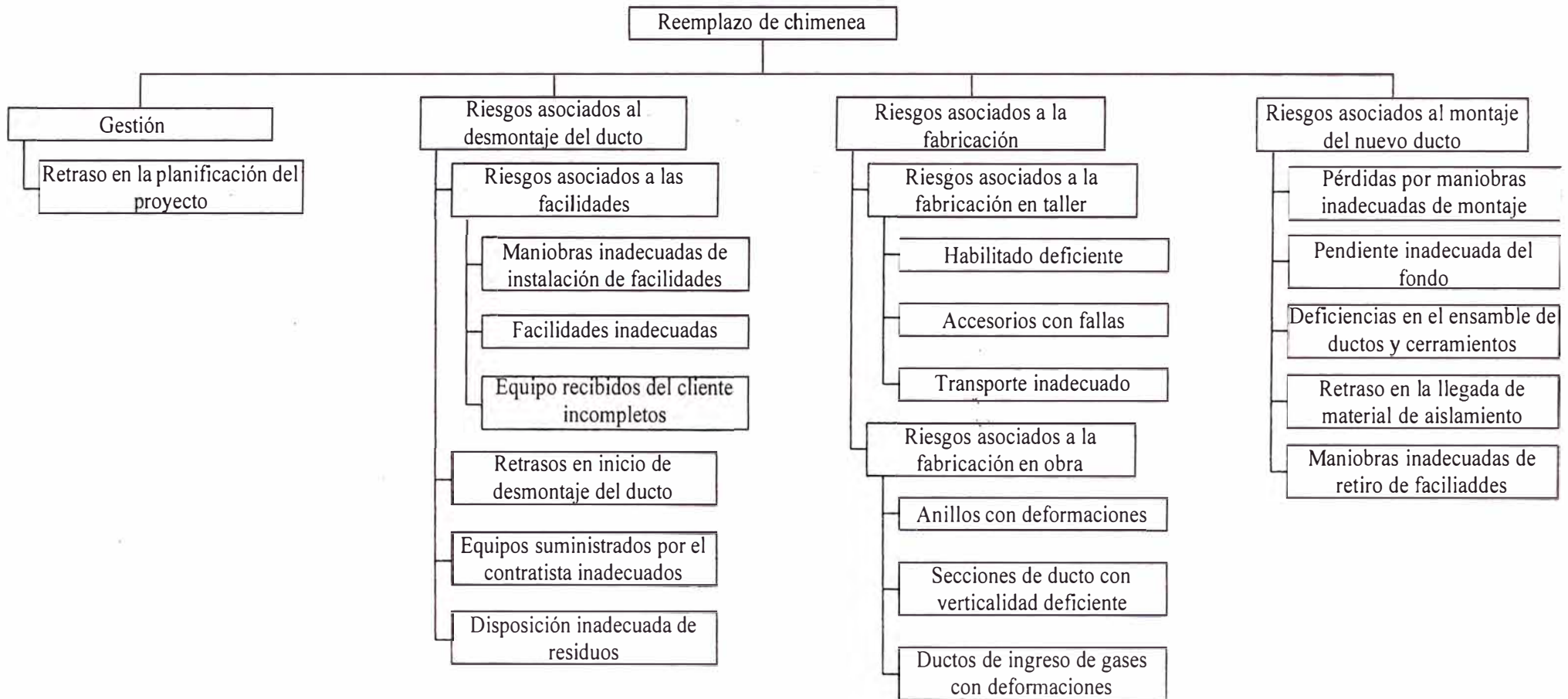


Figura 6 –Registro de No Conformidad

PROYECTO:	NÚMERO DE REGISTRO:
FECHA DE REGISTRO:	REGISTRADO POR:
IDENTIFICACIÓN DE LA ENTIDAD NO CONFORME ENTIDAD:	
DOCUMENTOS DE REFERENCIA:	
DESCRIPCION DE LA NO CONFORMIDAD:	
<hr/> <hr/> <hr/>	
CAUSAS DE LA NO CONFORMIDAD:	
<hr/> <hr/> <hr/>	
RESOLUCIÓN/DECISIÓN:	
ACEPTAR SIN REPARACIÓN <input type="checkbox"/> RECHAZAR <input type="checkbox"/> REPARAR <input type="checkbox"/> RECLASIFICAR <input type="checkbox"/>	
COMENTARIOS: _____	
<hr/> <hr/>	
RESPONSABLE: _____ FIRMA: _____ FECHA: __ / __ / __	
ACCIÓN CORRECTIVA:	
<hr/> <hr/>	
REALIZADA POR: _____ FIRMA: _____ FECHA: __ / __ / __	
LEVANTAMIENTO DE LA NO CONFORMIDAD	
DEFINIDO POR: _____ FIRMA: _____ FECHA: __ / __ / __	
OBSERVACIONES:	
<hr/> <hr/>	
APROBACIÓN FINAL	
<hr/>	
Control Calidad – Contratista	Jefe de Proyecto – Contratista
Supervisión – Cliente	

Figura 10 – Formato PQR (Calificación de procedimiento de soldadura)

REGISTRO DE CALIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO (PQR) # _____

Resultado de pruebas

Ensayos de tracción						
Probeta N°	Ancho	Espesor	Área	Carga última de tracción	Esfuerzo de tracción	Ubicación y característica de la falla

Ensayo de doblez guiado			
Probeta N°	Tipo de doblez	Resultado	Observaciones / Comentarios

Inspección visual		Inspección radiográfica / ultrasónica			
Apariencia:		Reporte RT N°:		Resultado:	
Socavación:		Reporte UT N°:		Resultado:	
Porosidad:					
Convexidad:		Resultados de ensayos en soldadura a filete			
Fecha de inspección		Tamaño mín múltiples pases		Tamaño máx simple pase	
Atestiguado por:		Macroataque:		Macroataque:	
		1.	3.	1.	3.
		2.		2.	
Otros ensayos:		Ensayo de tracción de metal de soldadura depositado			
		Resistencia a la tracción:			
		Resistencia a la fluencia:			
		Elongación en 2”:			
		Reporte de laboratorio N°:			
Nombre del soldador:		Código de soldador:			
Temperatura entre pasadas mínima:		Tiempo:			
Pruebas conducidas por:			Laboratorio:		
			Reporte N°		
			Por:		
Nosotros, los abajo firmantes, certificamos que los datos contenidos en este registro son correctos y que las probetas de soldadura fueron preparadas, soldadas e inspeccionadas de acuerdo a los requerimientos de la sección 4 del Código de Soldadura Estructural en Acero AWS D1.1 (_____).					
		Firma:			
		(Fabricante o contratista)			
		Por:			
		Posición			
		Fecha:			

Figura 11 – Calificación de soldador

Tipo de soldador: _____
 Nombre: _____ Código soldador: _____ Identificación N°: _____
 Especificación de procedimiento de soldadura (WPS) N°: _____ Rev: _____ Fecha: _____

	Registro de valores actuales usados en la calificación	Rango de calificación
Variables		
Proceso / Tipo:	_____	_____
Electrodo (simple o múltiple)	_____	_____
Corriente / Polaridad:	_____	_____
Posición:	_____	_____
Progresión de soldadura:	_____	_____
Respaldo (si ó no)	_____	_____
Especificación de material	a	_____
Metal base	_____	_____
Espesor (plancha)	_____	_____
Ranura	_____	_____
Filete	_____	_____
Espesor (tubo)	_____	_____
Ranura	_____	_____
Filete	_____	_____
Diámetro (tubo)	_____	_____
Ranura	_____	_____
Filete	_____	_____
Metal de aporte	_____	_____
Especificación N°	_____	_____
Clasificación	_____	_____
N° F	_____	_____
Tipo de Gas / Fundente	_____	_____
Otros:	_____	_____

Inspección visual			
Acceptable SI ____ NO ____			
Resultados de ensayos de doblez guiado			
Tipo de doblez	Resultado	Tipo de doblez	Resultado

Resultados de soldadura a filete

Apariencia: _____ Tamaño de filete: _____
 Penetración de raíz en prueba de fractura: _____ Macroataque: _____

Inspeccionado por: _____ Reporte inspección: _____
 Organización: _____ Fecha: _____

Resultados de inspección radiográfica					
Número identificación de película	Resultados	Observaciones	Número identificación de película	Resultados	Observaciones

Inspeccionado por: _____ Reporte RT: _____
 Organización: _____ Fecha: _____

Nosotros, los abajo firmantes, certificamos que los datos contenidos en este registro son correctos y que las probetas de soldadura fueron preparadas, soldadas e inspeccionadas de acuerdo a los requerimientos de la sección 4 del Código de Soldadura Estructural en Acero AWS D1.1 (_____).

Fabricante o contratista: _____ Autorizado por: _____
 Fecha: _____

Figura 12 – Registro de Control Dimensional

Elemento inspeccionado:			Registro N°:		
Plano de referencia:			Estándar de referencia:		
Inspeccionado por:			Equipo empleado:		
Esquema de dimensiones					
Dimensión	Medida nominal	Medida real	Desviación	Resultado	Comentarios / Observaciones
A					
B					
C					
D					
E					
F					
G					
H					
I					
J					
K					
L					
Aprobación final					
_____ Control calidad - contratista Fecha:		_____ Jefe de proyecto - contratista Fecha:		_____ Supervisor - cliente Fecha:	

Figura 16– Registro de Liberación Final

Proyecto:		Registro N°:		
Liberado por:		Fecha de liberación:		
Descripción de elemento o parte liberada:				
Planos de referencia:				
Inspecciones realizadas	Conformidad	Verificado por	Fecha verificación	Comentarios
Recepción de material				
Trazabilidad				
WPS empleados				
Calificación de soldadores				
Control dimensional				
Inspección visual de soldadura				
Inspección por tintes penetrantes				
Verticalidad				
Los abajo firmantes certifican que el elemento o parte liberada ha cumplido con las inspecciones listadas arriba, además cumple con las especificaciones técnicas del proyecto y puede ser incorporado definitivamente al proyecto.				
Aprobación final				
_____ Control calidad - contratista		_____ Jefe de proyecto - contratista		_____ Supervisor - cliente
Fecha:		Fecha:		Fecha:

Figura 18 - Organigrama del Proyecto

PROYECTO DE REEMPLAZO DEL DUCTO METALICO DE LA CHIMENEA DE LA CENTRAL
TERMoeLECTRICA ILO 21

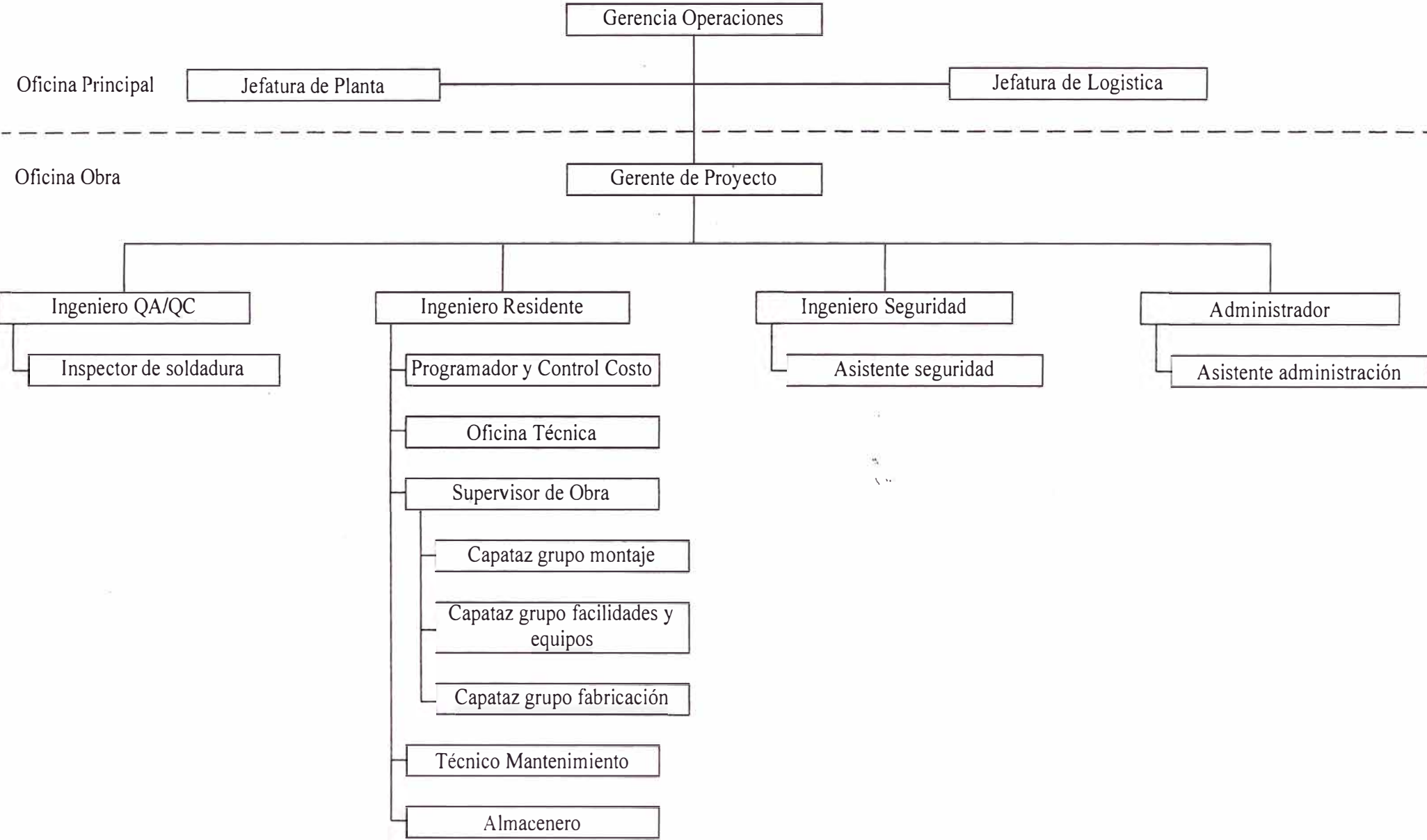


Figura 20- Formato Minuta de Reunión

Proyecto:					
Preparada por:			Fecha emisión:		
Participantes:					
Por el cliente:			Por el contratista:		
1.			1.		
2.			2.		
3.			3.		
4.			4.		
5.			5.		
Fecha de reunión:					
Contenido de minuta					
Item	Asunto	Estado	Acción por	Responsable	Fecha acción
1. General					
1.1					
1.2					
1.3					
2. Seguridad y medio ambiente					
3. Calidad					
4. Programación y control					
5. Ejecución					
6. Riesgos					
7. HSC y HSI					
La presente minuta constituye el registro de la reunión desde la percepción del emisor, si alguno de los receptores tuviera alguna observación, favor darla a conocer dentro de los 4 días posteriores a la emisión de esta minuta; de no recibir observaciones se dará por aceptada por todos los receptores de la misma.					
Aceptación de la minuta:					
Por el cliente:			Por el contratista:		
Nombre:			Nombre:		
Posición		Fecha:	Posición		Fecha:

Figura 21 – Formato Orden de Trabajo

Proyecto:		
Preparado por:		
Fecha de emisión:		
Actividad específica o paquete de trabajo:		
<p>El comienzo de la actividad del proyecto descrita arriba ha sido autorizada para iniciar el:</p>		
Responsable(s) de la actividad:		
Observaciones / Consideraciones particulares a tener en cuenta:		
Personas que autorizan:		
Nombre:	Posición:	Fecha:
Nombre:	Posición:	Fecha:
Personas que reciben esta autorización		
Nombre:	Posición:	Fecha:
Nombre:	Posición:	Fecha:
Nombre:	Posición:	Fecha:

Figura 22– Formato Reporte de Proyecto

Proyecto:		
Preparado por:		Fecha de emisión:
Período del informe:		
Estado del proyecto respecto de los objetivos		
Alcance		
Cronograma		
Costo		
Calidad		
Reporte de progreso		
Tareas completadas:		
Tareas en ejecución:		
Tareas por iniciar:		
Progreso del periodo:		
Progreso acumulado:		
Actualización: (Estimación de fecha final y progreso esperado para el siguiente período)		
Comentarios		
V° B° Contratista		
Nombre:	Posición:	Fecha:
Remitido a:		
Nombre:	Posición:	Fecha:
Nombre:	Posición:	Fecha:
Nombre:	Posición:	Fecha:
Nombre:	Posición:	Fecha:

Figura 23– Formato Aceptación Parcial de Entregable

Proyecto:	
Preparado por:	
Fecha de emisión:	
Entregable principal:	
Descripción del entregable:	
Cliente:	
<i>Aceptación formal:</i>	
Los abajo firmantes aceptan formalmente el entregable descrito líneas arriba, como parte del entregable principal, dejando constancia que cumple o excede los estándares y requerimientos de de calidad, cronograma y costo; lo cual ha sido verificado en la documentación del proyecto.	
Esta aceptación es sólo por el entregable indicado líneas arriba y no implica la aceptación de otros entregables, ni del proyecto completo.	
<i>Aceptado por:</i>	<i>Fecha:</i>
<i>Aceptado por:</i>	<i>Fecha:</i>
<i>Aceptado por</i>	<i>Fecha:</i>
<i>Documento firmado distribuido a:</i>	
<i>Cliente:</i>	<i>Fecha:</i>
<i>Contratista:</i>	<i>Fecha:</i>

Figura 24– Formato Aceptación Final y Cierre

Proyecto:	
Preparado por:	Posición:
Fecha de emisión:	
Cliente:	
<i>Aceptación formal</i>	
<p>Los abajo firmantes, reunidos en la fecha aceptamos formalmente el proyecto nombrado líneas arriba, y dejamos constancia que cumple o excede los estándares y requerimientos de alcance, calidad, cronograma y costo; lo cual ha sido verificado en la documentación entregada a satisfacción del cliente, por lo que declaramos cerrado el proyecto, según los procedimientos administrativos del contrato.</p>	
Comentarios adicionales:	
<i>Representantes del cliente</i>	
<i>Aceptado por:</i>	<i>Fecha:</i>
<i>Aceptado por:</i>	<i>Fecha:</i>
<i>Aceptado por</i>	<i>Fecha:</i>
<i>Representantes del contratista</i>	
<i>Aceptado por:</i>	<i>Fecha:</i>
<i>Aceptado por:</i>	<i>Fecha:</i>
<i>Distribución del acta firmada:</i>	
<i>Cliente</i>	<i>Contratista</i>
<i>Gerencia de Proyectos</i>	<i>Gerencia de Operaciones</i>
<i>Gerencia de Mantenimiento</i>	<i>Gerencia General</i>

APENDICE 3

TABLAS

(Tablas 1 a 10)

Tabla 1 - Lista de Actividades

Id Act	Actividad
A	Planificación del Proyecto
A.1	Reuniones de planificación
A.2	Reunión de análisis de riesgo
A.3	Emisión del plan del proyecto
B	Reportes de avance
B.1	Seguimiento de actividades
B.2	Actualización de cronograma
B.3	Emisión de reporte semanal
C	Informes mensuales
C.1	Seguimiento de actividades
C.2	Emisión de informe mensual
D	Dossier de Calidad
D.1	Ejecución de planes de puntos de inspección
D.2	Emisión de registros de inspección
D.3	Compilación del Dossier de Calidad
1	Desmontaje de chimenea
1.1	Instalación de facilidades
1.1.1	Instalación de ascensor
1.1.1.1	Montaje de guía del ascensor
1.1.1.2	Montaje de canastilla del ascensor
1.1.1.3	Instalación eléctrica
1.1.1.4	Pruebas de funcionamiento
1.1.1.5	Montaje de plataforma de acceso: ascensor – cima de chimenea
1.1.2	Instalación de estructura superior
1.1.2.1	Prefabricación en sitio de estructura superior
1.1.2.2	Traslado de prefabricados a cima de chimenea
1.1.2.3	Montaje de estructura superior
1.1.2.4	Montaje de estructura de izaje
1.1.2.5	Montaje de plataforma bajo estructura superior
1.1.3	Instalación de equipo de izaje
1.1.3.1	Instalación de gatas de cable y unidad hidráulica
1.1.3.2	Instalación de winche
1.1.3.3	Fabricación de plataforma colgante
1.1.3.4	Instalación de plataforma colgante
1.1.3.5	Instalación de balso colgante
1.1.4	Instalación de estructura inferior
1.1.4.1	Prefabricación y montaje de rieles a pie de ducto
1.1.4.2	Fabricación e instalación de plataforma móvil sobre rieles
1.2	Desmontaje de ductos de entrada de gases
1.2.1	Retiro de cobertura metálica
1.2.2	Retiro de aislamiento térmico en zonas de corte
1.2.3	Corte y desmontaje de ductos
1.2.4	Traslado y desmantelamiento en patio de chatarra

Tabla 1 - Lista de Actividades

Id Act	Actividad
1.3	Desmontaje secciones de chimenea
1.3.1	Desmontaje de plancha separadora
1.3.2	Corte en nivel 67 m e izaje de conjunto 1
1.3.3	Corte en nivel 37 m e izaje de conjunto 2
1.3.4	Corte en nivel 6 m e izaje de conjunto 3
1.3.5	Desmontaje de sección 13
1.3.6	Desmontaje de sección 14
1.3.7	Descenso de conjunto 3 y desmontaje de secciones 12, 11 y 10.
1.3.8	Descenso de conjunto 2 y desmontaje de secciones 9, 8 y 7.
1.3.9	Descenso de conjunto 1 y desmontaje de secciones 6, 5, 4, 3, 2 y 1.
1.4	Disposición final de chatarra
1.4.1	Desmantelamiento de partes del ducto antiguo
1.4.2	Traslado a patio de chatarra del cliente
2	Fabricación
2.1	Fabricación en taller
2.1.1	Habilitado de planchas
2.1.1.1	Escuadrado de planchas
2.1.1.2	Biselado
2.1.1.3	Rolado
2.1.2	Prefabricación de accesorios
2.1.2.1	Collarines de izaje
2.1.2.2	Ángulos de refuerzo
2.1.2.3	Manhole
2.1.2.4	Fondo
2.1.2.5	Placa separadora
2.1.2.6	Brida de anclaje
2.1.3	Envío a obra
2.2	Fabricación en obra
2.2.1	Fabricación de anillos
2.2.1.1	Armado
2.2.1.2	Soldadura
2.2.2	Fabricación de secciones del ducto
2.2.2.1	Armado de secciones y accesorios
2.2.2.2	Soldadura
2.2.2.3	Aislamiento térmico
2.2.3	Fabricación de ductos para ingreso de gases
2.2.3.1	Armado
2.2.3.2	Soldadura
2.2.3.3	Aislamiento térmico
3	Montaje de chimenea nueva
3.1	Montaje de secciones de chimenea
3.1.1	Montaje de conjunto 1: secciones 1, 2, 3, 4, 5 y 6
3.1.2	Izaje de conjunto 1

Tabla 1 - Lista de Actividades

Id Act	Actividad
3.1.3	Montaje de conjunto 2: secciones 7, 8 y 9
3.1.4	Izaje de conjunto 2
3.1.5	Montaje de conjunto 3: secciones 10, 11 y 12 (incluye placa separadora).
3.1.6	Izaje de conjunto 3
3.1.7	Montaje de sección 14
3.1.8	Montaje de sección 13
3.1.9	Ensamble conjunto 3 con sección 13
3.1.10	Ensamble conjunto 2 y 3
3.1.11	Ensamble conjunto 1 y 2
3.1.12	Montaje de ductos de ingreso de gases
3.2	Montaje del fondo
3.2.1	Prefabricado de estructura soporte
3.2.2	Prefabricado de planchas del fondo
3.2.3	Montaje de estructura soporte
3.2.4	Montaje de fondo
3.3	Montaje ductos ingreso de gases
3.3.1	Fabricación en sitio
3.3.2	Montaje de ductos
3.4	Aislamiento térmico
3.4.1	Aislamiento térmico entre conjuntos
3.5	Retiro de facilidades
3.5.1	Desmontaje de rieles y plataforma móvil
3.5.2	Desmantelamiento de plataforma colgante
3.5.3	Desmontaje de balso colgante
3.5.4	Desmantelamiento de estructura superior y andamio colgante
3.5.5	Retiro de equipo de izaje
3.5.6	Desmantelamiento de estructura de izaje
3.5.7	Desmontaje de ascensor

Tabla 2 - Estimación duración de las actividades

Id Act	Actividad	Horas Hombre	Tiempo (días)	Grupo de trabajo
1	Desmontaje de chimenea	5087,5		
1.1	Instalación de facilidades	1710		
1.1.1	Instalación de ascensor	420		
1.1.1.1	Instalación eléctrica	60	1	Grupo 1
1.1.1.2	Montaje de canastilla del ascensor	60	1	Grupo 1
1.1.1.3	Montaje de guía del ascensor	210	3,5	Grupo 1
1.1.1.4	Montaje de plataforma de acceso: ascensor – cima de chimenea	90	1,5	Grupo 1
1.1.2	Instalación de estructura superior	570		
1.1.2.1	Prefabricación en sitio de estructura superior	210	3	Grupo 2
1.1.2.2	Montaje de estructura superior	180	3	Grupo 1
1.1.2.3	Montaje de estructura de izaje	120	2	Grupo 1
1.1.2.4	Montaje de plataforma bajo estructura superior	60	1	Grupo 1
1.1.3	Instalación de equipo de izaje	330		
1.1.3.1	Instalación de gatas de cable y unidad hidráulica	60	1	Grupo 1
1.1.3.2	Instalación de winche	30	0,5	Grupo 1
1.1.3.3	Fabricación e instalación de plataforma colgante	180	3	Grupo 1
1.1.3.4	Instalación de balso colgante	60	1	Grupo 1
1.1.4	Instalación de estructura inferior	390		
1.1.4.1	Prefabricación y montaje de rieles a pie de ducto	180	3	Grupo 1
1.1.4.2	Prefabricación e instalación de plataforma móvil sobre rieles	210	3	Grupo 2
1.2	Desmontaje de ductos de entrada de gases	270		
1.2.1	Retiro de cobertura metálica	90	1	Grupo 6
1.2.2	Retiro de aislamiento térmico en zonas de corte	45	0,5	Grupo 6
1.2.3	Corte y desmontaje de ductos	90	1	Grupo 6
1.2.4	Traslado y desmantelamiento en patio de chatarra	45	0,5	Grupo 6
1.3	Desmontaje secciones de chimenea	1987,5		
1.3.1	Desmontaje de plancha separadora	37,5	0,25	Grupos 1 y 6
1.3.2	Corte en nivel 67 m e izaje de conjunto 1	75	0,5	Grupos 1 y 6
1.3.3	Corte en nivel 37 m e izaje de conjunto 2	150	1	Grupos 1 y 6
1.3.4	Corte en nivel 6 m e izaje de conjunto 3	150	1	Grupos 1 y 6
1.3.5	Desmontaje de sección 13	37,5	0,25	Grupos 1 y 6
1.3.6	Desmontaje de sección 14	37,5	0,25	Grupos 1 y 6
1.3.7	Descenso de conjunto 3 y desmontaje de secciones 12, 11 y 10.	225	1,5	Grupos 1 y 6
1.3.8	Descenso de conjunto 2 y desmontaje de secciones 9, 8 y 7.	375	2,5	Grupos 1 y 6
1.3.9	Descenso de conjunto 1 y desmontaje de secciones 6, 5, 4, 3, 2 y 1.	900	6	Grupos 1 y 6
1.4	Disposición final de chatarra	1120		
1.4.1	Desmantelamiento de partes del ducto antiguo	1120	8	Grupos 3 y 4
1.4.2	Traslado a patio de chatarra del cliente	560	4	Grupos 3 y 4
2	Fabricación	10115		
2.1	Fabricación en taller	3295		
2.1.1	Habilitado de planchas	2320		
2.1.1.1	Escuadrado de planchas	720	9	Grupos 1 y 2 Taller
2.1.1.2	Biselado	720	9	Grupos 1 y 2 Taller
2.1.1.3	Rolado	880	11	Grupos 1 y 2 Taller
2.1.2	Prefabricación de accesorios	975		
2.1.2.1	Collarines de izaje	300	6	Grupo 3 Taller
2.1.2.2	Ángulos de refuerzo	300	6	Grupo 3 Taller
2.1.2.3	Manhole	100	2	Grupo 3 Taller
2.1.2.4	Fondo	100	2	Grupo 3 Taller

Tabla 2 - Estimación duración de las actividades

Id Act	Actividad	Horas Hombre	Tiempo (días)	Grupo de trabajo
2.1.2.5	Placa separadora	75	1,5	Grupo 3 Taller
2.1.2.6	Brida de anclaje	100	2	Grupo 3 Taller
2.1.3	Envío a obra			
2.2	Fabricación en obra	6820		
2.2.1	Fabricación de anillos	3080		
2.2.1.1	Armado	1400	5	Grupos 2, 3, 4 y 5
2.2.1.2	Soldadura	1680	6	Grupos 2, 3, 4 y 5
2.2.2	Fabricación de secciones del ducto	2800		
2.2.2.1	Armado de secciones y accesorios	1260	4,5	Grupos 2, 3, 4 y 5
2.2.2.2	Soldadura	1540	5,5	Grupos 2, 3, 4 y 5
2.2.2.3	Aislamiento térmico	1280	8	Grupos 7, 8, 9 y 10
2.2.3	Fabricación de ductos para ingreso de gases	940		
2.2.3.1	Armado	280	2	Grupos 2 y 3
2.2.3.2	Soldadura	420	3	Grupos 2 y 4
2.2.3.3	Aislamiento térmico	240	3	Grupos 7 y 8
3	Montaje de chimenea nueva	4800		
3.1	Montaje de secciones de chimenea	3000		
3.1.1	Montaje de conjunto 1: secciones 1, 2, 3, 4, 5 y 6	900	6	Grupos 1 y 6
3.1.2	Izaje de conjunto 1	150	1	Grupos 1 y 6
3.1.3	Montaje de conjunto 2: secciones 7, 8 y 9	450	3	Grupos 1 y 6
3.1.4	Izaje de conjunto 2	150	1	Grupos 1 y 6
3.1.5	Montaje de conjunto 3: secciones 10, 11 y 12 (incluye placa separadora).	450	3	Grupos 1 y 6
3.1.6	Izaje de conjunto 3	75	0,5	Grupos 1 y 6
3.1.7	Montaje de sección 14	75	0,5	Grupos 1 y 6
3.1.8	Montaje de sección 13	150	1	Grupos 1 y 6
3.1.9	Ensamble conjunto 3 con sección 13	75	0,5	Grupos 1 y 6
3.1.10	Ensamble conjunto 2 y 3	150	1	Grupos 1 y 6
3.1.11	Ensamble conjunto 1 y 2	150	1	Grupos 1 y 6
3.1.12	Montaje de ductos de ingreso de gases	225	1,5	Grupos 1 y 6
3.2	Montaje del fondo	450		
3.2.1	Montaje de estructura soporte	225	1,5	Grupos 1 y 6
3.2.2	Montaje de fondo	225	1,5	Grupos 1 y 6
3.3	Montaje ductos ingreso de gases	300		
3.3.1	Montaje de ductos	300	2	Grupos 1 y 6
3.4	Aislamiento térmico	640		
3.4.1	Aislamiento térmico entre conjuntos	640	8	Grupos 7 y 8
3.5	Retiro de facilidades	1050		
3.5.1	Desmontaje de rieles y plataforma móvil	150	1	Grupos 1 y 6
3.5.2	Desmantelamiento de plataforma colgante	75	0,5	Grupos 1 y 6
3.5.3	Desmontaje de balso colgante	30	0,5	Grupo 1
3.5.4	Desmantelamiento de estructura superior y andamio colgante	300	2	Grupos 1 y 6
3.5.5	Retiro de equipo de izaje	60	1	Grupo 1
3.5.6	Desmantelamiento de estructura de izaje	225	1,5	Grupos 1 y 6
3.5.7	Desmontaje de ascensor	210	3,5	Grupo 1
TOTAL HORAS HOMBRE ESTIMADAS PROYECTO (MOD)		20002,5	HH	

Tabla 3 - Recursos humanos para el proyecto

Mano de obra directa

Consideración para estimados:

Horas laborables por día 10
 Días laborables por semana 6

OBRA		
Grupo facilidades y equipos		HH / día
Grupo 1	Armador montajista	10
	Maniobrista	10
	Oxigenista	10
	Esmerilador	10
	Soldador	10
	Ayudante 1	10
	Sub-total	60
Grupo fabricación		
Grupo 2	Calderero	10
	Oxigenista	10
	Esmerilador 1	10
	Esmerilador 2	10
	Soldador 1	10
	Soldador 2	10
	Ayudante 1	10
Sub-total	70	
Grupo 3	Calderero	10
	Oxigenista	10
	Esmerilador 1	10
	Esmerilador 2	10
	Soldador 1	10
	Soldador 2	10
	Ayudante 1	10
Sub-total	70	
Grupo 4	Calderero	10
	Oxigenista	10
	Esmerilador 1	10
	Esmerilador 2	10
	Soldador 1	10
	Soldador 2	10
	Ayudante 1	10
Sub-total	70	
Grupo 5	Calderero	10
	Oxigenista	10
	Esmerilador 1	10
	Esmerilador 2	10
	Soldador 1	10
	Soldador 2	10
	Ayudante 1	10
Sub-total	70	

TALLER		
Habilitado		HH / día
Grupo 1 Taller	Oxigenista	10
	Esmerilador 1	10
	Esmerilador 2	10
	Rolador	10
	Sub-total	40
Grupo 2 Taller	Oxigenista	10
	Esmerilador 1	10
	Esmerilador 2	10
	Rolador	10
Sub-total	40	
Prefabricados		
Grupo 3 Taller	Calderero	10
	Esmerilador	10
	Soldador 1	10
	Soldador 2	10
	Ayudante	10
Sub-total	50	

AISLAMIENTO TERMICO		
Secciones de ducto		
Grupo 7	Operario	10
	Oficial	10
	Ayudante 1	10
	Ayudante 2	10
	Sub-total	40
Grupo 8	Operario	10
	Oficial	10
	Ayudante 1	10
	Ayudante 2	10
	Sub-total	40
Grupo 9	Operario	10
	Oficial	10
	Ayudante 1	10
	Ayudante 2	10
	Sub-total	40
Grupo 10	Operario	10
	Oficial	10
	Ayudante 1	10
	Ayudante 2	10
	Sub-total	40

Tabla 3 - Recursos humanos para el proyecto

Mano de obra directa

Grupo Desmontaje / Montaje		
Grupo 6	Armador montajista	10
	Maniobrista	10
	Oxigenista	10
	Esmerilador 1	10
	Esmerilador 2	10
	Soldador 1	10
	Soldador 2	10
	Soldador 3	10
	Ayudante 1	10
Sub-total	90	

Mano de obra indirecta

Item	Descripción	Cant	HH / día
1	Gerente de proyecto	1	10
2	Ingeniero residente	1	10
3	Administrador	1	10
4	Ingeniero de control de calidad	1	10
5	Ingeniero de seguridad	1	10
6	Inspector de soldadura	1	10
7	Asistente de seguridad	1	10
8	Programador	1	10
9	Responsable oficina técnica	1	10
10	Supervisor de obra	1	10
11	Técnico de mantenimiento	1	10
12	Asistente administrativo	1	10
13	Responsable de almacén	1	10

Tabla 4 - Equipos suministrados por el contratista

Item	Cantidad	Descripción	Tiempo requerido
1	1	Grúa telescópica de 90 ton	4 meses
2	1	Camión grúa de 6 ton	4 meses
3	1	Winche de 3 ton	4 meses
4	1	Balzo motorizado colgante	4 meses
4	12	Máquina de soldar multiproceso	4 meses
5	10	Equipos de oxicorte	4 meses
6	6	Tirfors	4 meses
7	6	Tecles de 5 ton	4 meses
8	6	Tecles de 3 ton	4 meses
9	6	Tecles ratchet de 1 ton	4 meses
10	12	Esmeriles angulares de 7"	4 meses
11	12	Esmeriles angulares de 4,5"	4 meses
12	60	Cuerpos de andamios tubulares	4 meses

Tabla 5 - Costos de recursos

Equipos			
Item	Descripción	Tiempo requerido	Costo unit (por mes)
1	Grúa telescópica de 90 ton	4 meses	20.000
2	Camión grúa de 6 ton	4 meses	6.500
3	Winche de 3 ton	4 meses	4.500
4	Balzo motorizado colgante	4 meses	9.000
4	Máquina de soldar multiproceso	4 meses	3.000
5	Equipos de oxicorte	4 meses	1.500
6	Tirfors	4 meses	1.200
7	Tecles de 5 ton	4 meses	1.200
8	Tecles de 3 ton	4 meses	900
9	Tecles ratchet de 1 ton	4 meses	600
10	Cuerpos de andamios tubulares	4 meses	900

Personal Staff			
Item	Descripción	Tiempo requerido	Costo unit (por mes)
1	Gerente de proyecto	4 meses	8.800
2	Ingeniero residente	4 meses	6.600
3	Administrador	4 meses	6.600
4	Ingeniero de control de calidad	4 meses	6.600
5	Ingeniero de seguridad	4 meses	6.600
6	Inspector de soldadura	4 meses	5.500
7	Asistente de seguridad	4 meses	4.840
8	Programador	4 meses	5.500
9	Responsable oficina técnica	4 meses	5.500
10	Supervisor de obra	4 meses	5.500
11	Técnico de mantenimiento	4 meses	2.640
12	Asistente administrativo	4 meses	2.640
13	Responsable de almacén	4 meses	2.640

Personal Obrero			
Item	Descripción	Tiempo requerido	Costo unit (por mes)
1	Grupo 1 Taller	1 mes	8.800
2	Grupo 2 Taller	1 mes	8.800
3	Grupo 3 Taller	1 mes	11.000
4	Grupo 1	4 meses	13.200
5	Grupo 2	4 meses	15.400
6	Grupo 3	4 meses	15.400
7	Grupo 4	4 meses	15.400
8	Grupo 5	4 meses	15.400
9	Grupo 6	4 meses	19.800

Tabla 6 - Evaluación y Ranking de Riesgos

Item	Entregable del WBS	Riesgo	Probabilidad de ocurrencia	Indice de probabilidad	Impacto	Indice de impacto	Coefficiente de riesgo
1	Desmontaje de ducto	Maniobras inadecuadas de instalación de facilidades	Alta	0,8	Muy grave	5	4
2	Montaje de ducto nuevo	Maniobras inadecuadas de retiro de facilidades	Alta	0,8	Muy grave	5	4
3	Desmontaje de ducto	Equipos suministrados por el contratista inadecuados	Media	0,6	Muy grave	5	3
4	Montaje de ducto nuevo	Pérdidas por maniobras inadecuadas de montaje	Media	0,6	Muy grave	5	3
5	Desmontaje de ducto	Facilidades inadecuadas	Media	0,6	Grave	4	2,4
6	Desmontaje de ducto	Retraso en inicio de desmontaje de ducto	Media	0,6	Medio	3	1,8
7	Montaje de ducto nuevo	Retraso en la llegada de material de aislamiento	Media	0,6	Medio	3	1,8
8	Desmontaje de ducto	Equipos recibidos del cliente incompletos	Baja	0,4	Grave	4	1,6
9	Fabricación	Accesorios con fallas	Baja	0,4	Medio	3	1,2
10	Fabricación	Secciones de ducto con verticalidad deficiente	Baja	0,4	Medio	3	1,2
11	Fabricación	Transporte inadecuado	Media	0,6	Leve	2	1,2
12	Montaje de ducto nuevo	Deficiencias en el ensamble de ductos y cerramientos	Baja	0,4	Leve	2	0,8
13	Desmontaje de ducto	Disposición inadecuada de residuos	Muy baja	0,2	Medio	3	0,6
14	Fabricación	Anillos con deformaciones	Muy baja	0,2	Medio	3	0,6
15	Gestión	Retraso en la planificación del proyecto	Muy baja	0,2	Medio	3	0,6
16	Fabricación	Habilitado deficiente	Muy baja	0,2	Leve	2	0,4
17	Fabricación	Ductos de ingreso de gases con deformaciones	Muy baja	0,2	Leve	2	0,4
18	Montaje de ducto nuevo	Pendiente inadecuada del fondo	Muy baja	0,2	Muy leve	1	0,2

Tabla 7 - Lista de Riesgos, Respuestas y Responsables

Item	Riesgo	Coef. de riesgo	Respuesta al riesgo	Responsables	
				Por el cliente	Por el contratista
1	Maniobras inadecuadas de instalación de facilidades	4	Plan de seguridad, supervisión permanente, procedimiento de trabajo, revisión de equipos	Sup. Seguridad	Ing. Residente
2	Maniobras inadecuadas de retiro de facilidades	4	Plan de seguridad, supervisión permanente, procedimiento de trabajo, revisión de equipos	Sup. Seguridad	Ing. Residente
3	Equipos suministrados por el contratista inadecuados	3	Seguimiento a los requerimientos y especificaciones técnicas de equipos principales para el proyecto	Jefe de proyecto	Gerente de proyecto
4	Pérdidas por maniobras inadecuadas de montaje	3	Plan de seguridad, supervisión permanente, procedimiento de trabajo, revisión de equipos	Sup. Seguridad	Ing. Residente
5	Facilidades inadecuadas	2,4	Procedimientos de trabajo, revisión de cálculos de facilidades, revisión de equipos	Sup. Seguridad	Ing. Residente
6	Retraso en inicio de desmontaje de ducto	1,8	Disponibilidad y llegada a tiempo de personal, equipos y facilidades	Jefe de proyecto	Gerente de proyecto
7	Retraso en la llegada de material de aislamiento	1,8	Seguimiento a subcontratista, fianzas solidarias ó penalidades	Jefe de proyecto	Gerente de proyecto
8	Equipos recibidos del cliente incompletos	1,6	Seguimiento minucioso a los requerimientos y especificaciones técnicas de equipos de izaje y los documentos de embarque de los mismos	Jefe de proyecto	Gerente de proyecto
9	Accesorios con fallas	1,2	Cumplimiento plan de calidad	Supervisor	Ing. Control calidad
10	Secciones de ducto con verticalidad deficiente	1,2	Cumplimiento plan de calidad	Supervisor	Ing. Control calidad
11	Transporte inadecuado	1,2	Carguío y embalaje adecuados	Supervisor	Jefe de planta
12	Deficiencias en el ensamble de ductos y cerramientos	0,8	Cumplimiento plan de calidad	Supervisor	Ing. Control calidad
13	Disposición inadecuada de residuos	0,6	Cumplimiento procedimientos del cliente sobre gestión de residuos	Sup. Seguridad	Ing. Seguridad
14	Anillos con deformaciones	0,6	Cumplimiento plan de calidad	Supervisor	Ing. Control calidad
15	Retraso en la planificación del proyecto	0,6	Cumplimiento de cronograma, reclutamiento de staff	Jefe de proyecto	Gerente de proyecto
16	Habilitado deficiente	0,4	Cumplimiento plan de calidad	Supervisor	Ing. Control calidad
17	Ductos de ingreso de gases con deformaciones	0,4	Cumplimiento plan de calidad	Supervisor	Ing. Control calidad
18	Pendiente inadecuada del fondo	0,2	Cumplimiento plan de calidad	Supervisor	Ing. Control calidad

Tabla 8 - Plan de puntos de inspección

Item	Etapa a inspeccionar	Característica a inspeccionar	Método inspección	Documentos de referencia	Registro aplicable	Control
PPI - 01: Recepción de materiales						
1	Recepción de materiales	Estado del suministro	Visual	Orden de compra	Recepción material	Contratista
		Dimensiones	Documental	Documentos del proveedor		
		Calidad del suministro	Instrumental	Certificados de calidad		
2	Codificación y trazabilidad de materiales	Codificación asignada	Visual	Recepción de material	Trazabilidad de material	Contratista
		Número de colada o lote	Documental	Planos de taller		
PPI - 02: Actividades previas a la soldadura						
3	Emisión de especificación de procedimiento de soldadura (WPS)	Geometría de junta	Visual	Planos de taller	WPS	Contratista
		Material base	Documental	Planos de detalle		
		Material de aporte	Instrumental	AWS D1.1		
		Proceso de soldadura				
4	Calificación de procedimientos de soldadura (si es aplicable)	Variables esenciales	Visual	AWS D1.1		Contratista Cliente
		Posición de soldeo	Documental	WPS		
		Dimensiones de probeta	Instrumental	Certificados de calidad		
		Geometría de junta				
		Velocidad de soldeo				
5	Emisión de calificación de procedimiento de soldadura (PQR)	Resultados de calificación	Visual	AWS D1.1	PQR	Contratista
		Informes de ensayos	Documental	WPS		
				Resultados de ensayos		
6	Calificación de soldadores	WPS	Visual	AWS D1.1	Registro calificación	Contratista Cliente
		Proceso de soldadura	Documental	WPS		
		Variables esenciales	Instrumental	Resultados de ensayos		
		Rango de espesores y posiciones calificadas				
PPI - 03: Fabricación (taller y obra)						
7	Habilitado, biselado y rolado	Dimensiones	Visual	Planos	Control dimensional	Contratista
		Radios de curvatura	Instrumental	Especificaciones técnicas		
		Geometría de biseles		Procedimientos de trabajo		
8	Arnado	Dimensiones	Visual	Planos	Control dimensional	Contratista
		Bordes	Instrumental	Especificaciones técnicas		
		Geometría de junta		Procedimientos de trabajo		

Tabla 8 - Plan de puntos de inspección

Item	Etapa a inspeccionar	Característica a inspeccionar	Método inspección	Documentos de referencia	Registro aplicable	Control
9	Soldadura	WPS y PQR	Visual	WPS y PQR	Inspección visual de soldadura Inspección por tintes penetrantes	Contratista
		Calificación de soldador	Documental	Calificación del soldador		
		Posición de soldeo	Instrumental			
		Proceso de soldadura				
		Variables del proceso				
PPI - 04: Desmontaje del ducto de la chimenea						
10	Desmantelamiento	Dimensiones	Visual	Planos chimenea antigua	Control dimensional	Contratista
		Capacidad de traslado	Instrumental	Procedimientos de desmontaje		
PPI - 05: Montaje de ducto de la chimenea						
11	Armado de secciones	Dimensiones	Visual	Planos	Control dimensional	Contratista
		Bordes	Instrumental	Especificaciones técnicas		
		Geometría de junta		Procedimientos de trabajo		
12	Soldadura	WPS y PQR	Visual	WPS y PQR	Inspección visual de soldadura Inspección por tintes penetrantes	Contratista Cliente
		Calificación de soldador	Documental	Calificación del soldador		
		Posición de soldeo	Instrumental			
		Proceso de soldadura				
		Variables del proceso				
13	Montaje	Codificación asignada	Visual	Planos	Verticalidad	Contratista Cliente
		Verticalidad	Instrumental	Especificaciones técnicas		
				AISC Steel Construction		
PPI - 06: Inspección Final y Entrega						
14	Inspección final	Dimensiones generales	Visual	Planos	Registro de liberación final	Contratista
			Instrumental	Especificaciones técnicas		
15	Entrega	Cumplimiento PPI	Visual	Plan de calidad		Contratista Cliente
			Documental	Dossier de calidad		

Tabla N° 9: Comunicación escrita formal

Tipo de documento	GENERADO POR		ENTREGADO A		Frecuencia
	Cliente	Contratista	Cliente / Contratista	Cargo	
Planos aprobados para construcción	X		Contratista	Control de documentos	Cuando sea necesario
Documentos técnicos	X		Contratista	Control de documentos	Cuando sea necesario
Cartas de contrato	X	X	Cliente / Contratista	Jefe Proyecto / Gerente Proyecto ó Ing. Residente	Cuando sea necesario
Valorizaciones		X	Cliente	Jefe Proyecto	Mensual
Hojas de solicitud de información (HSI)		X	Cliente	Control de documentos y CC (1)	Cuando sea necesario
Hojas de solicitud de cambio (HSC)		X	Cliente	Control de documentos y CC (1)	Cuando sea necesario
Minuta de reunión	X		Contratista	Control de documentos	Semanal
Informes semanales		X	Cliente	Control de documentos	Semanal
Informes mensuales		X	Cliente	Control de documentos	Mensual
Informes de accidentes / incidentes		X	Cliente	Control de documentos y CC (1)	Cuando sea necesario
Programación del personal		X	Cliente	Control de documentos y CC (1)	Cuando sea necesario
Procedimientos de trabajo / calidad / seguridad	X	X	Cliente / Contratista	Control de documentos y CC (1)	Cuando sea necesario

(1) : Con copia a quien el receptor considere oportuno.

Tabla 10 - Matriz de asignación de responsabilidades

Ítem	ENTREGABLES	RECURSOS																					
		Gerente de proyecto	Ingeniero residente	Administrador	Control de calidad	Seguridad	Programador	Oficina técnica	Supervisor	Técnico mantenimiento	Responsable almacén	Jefe de planta	Grupo 1 Taller	Grupo 2 Taller	Grupo 3 Taller	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Grupo 6	Subcontratista Aislamiento térmico	
1	Plan del proyecto	A	E		E	E	E	E															
2	Informes semanales	A	S	E	E	E	E	E															
3	Informes mensuales	A	S	E	E	E	E	E															
4	Dossier de calidad	A	S		E																		
5	Instalación de facilidades	A	A		C	S		C	S	E					E	E							
6	Desmontaje de ductos de entrada de gases		A		C	S		C	S													E	
7	Desmontaje secciones de chimenea	A	A		C	S		C	S						E							E	
8	Disposición final de chatarra		A		C	S		C	S						E							E	
9	Fabricación en taller				C	S		C	S			A	E	E	E								
10	Fabricación en obra		A		C	S		C	S		E					E	E	E	E				
11	Montaje de secciones de chimenea	A	A		C	S		C	S	E	E				E							E	
12	Montaje del fondo		A		C	S		C	S		E				E							E	
13	Aislamiento térmico del ducto		A		C	S		C															E
14	Montaje ductos ingreso de gases		A		C	S		C	S						E							E	
15	Retiro de facilidades	A	A		C	S		C	S	E					E							E	

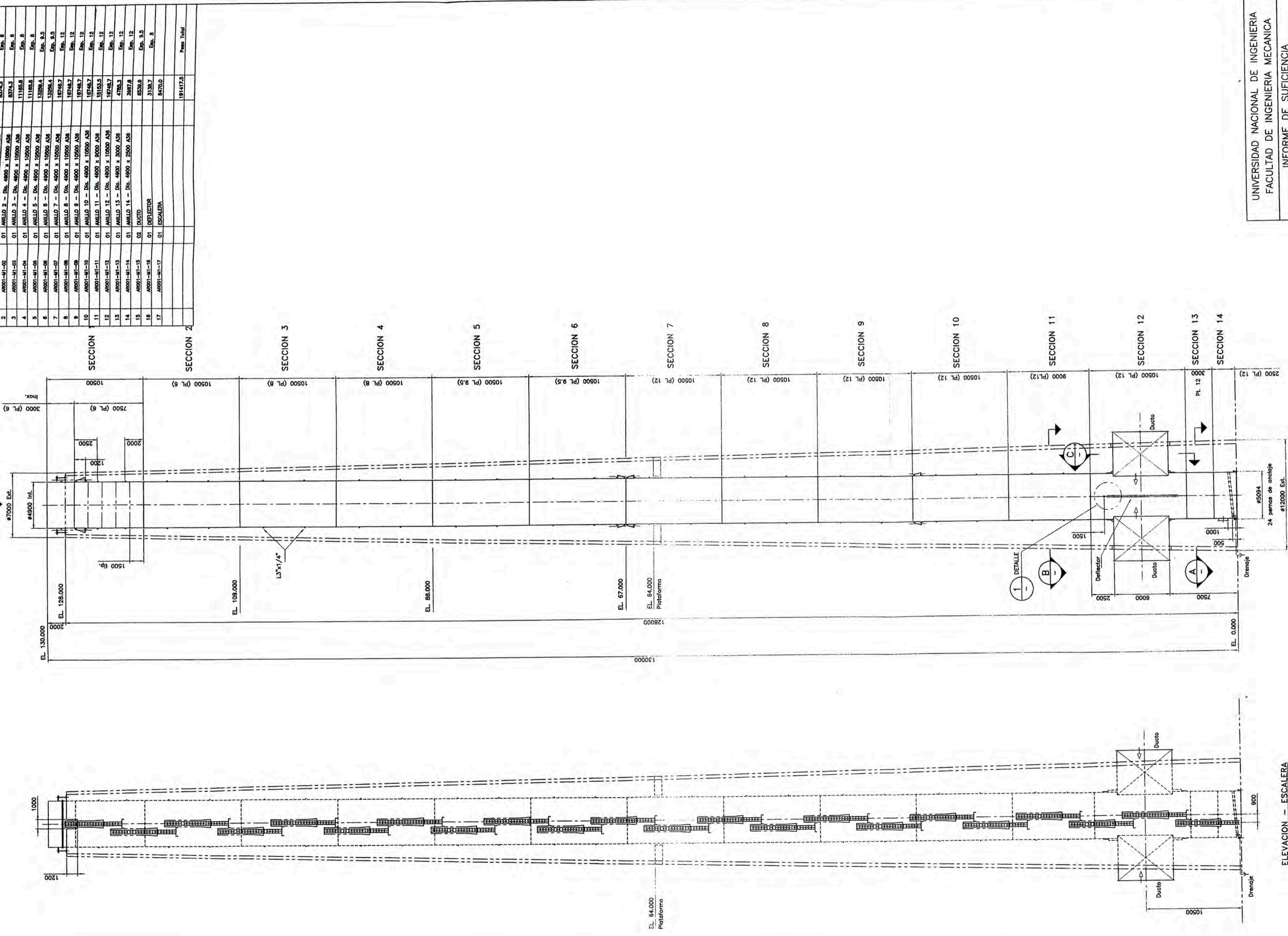
Leyenda

E: ejecuta / S: supervisa / C: controla / A: aprueba

APENDICE 4

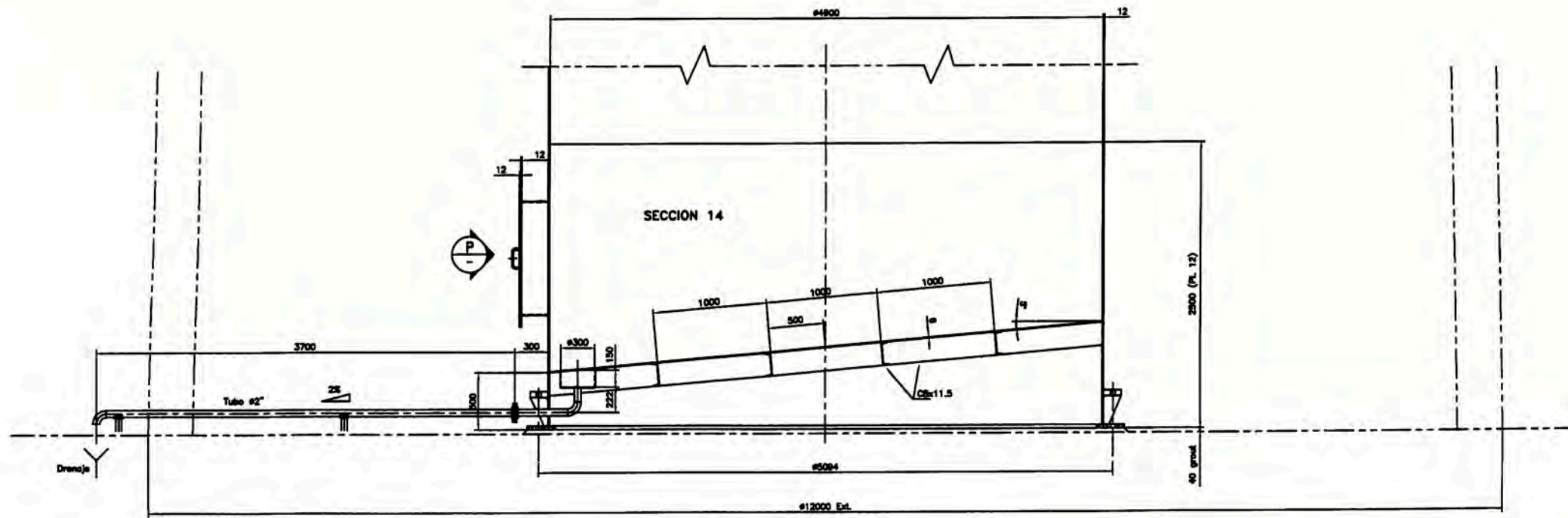
PLANOS DEL PROYECTO

ITEM	MARCA	CANT.	DESCRIPCION	PU (kg)	PP (kg)	OBSERVACIONES
1	AR001-MI-01	01	ANILLO 1 - Dic. 4800 x 10500 A36	8374.3		Esp. 6
2	AR001-MI-02	01	ANILLO 2 - Dic. 4800 x 10500 A36	8374.3		Esp. 6
3	AR001-MI-03	01	ANILLO 3 - Dic. 4800 x 10500 A36	11185.8		Esp. 6
4	AR001-MI-04	01	ANILLO 4 - Dic. 4800 x 10500 A36	11185.8		Esp. 6
5	AR001-MI-05	01	ANILLO 5 - Dic. 4800 x 10500 A36	13298.4		Esp. 8.5
6	AR001-MI-06	01	ANILLO 6 - Dic. 4800 x 10500 A36	13298.4		Esp. 8.5
7	AR001-MI-07	01	ANILLO 7 - Dic. 4800 x 10500 A36	16748.7		Esp. 12
8	AR001-MI-08	01	ANILLO 8 - Dic. 4800 x 10500 A36	16748.7		Esp. 12
9	AR001-MI-09	01	ANILLO 9 - Dic. 4800 x 10500 A36	16748.7		Esp. 12
10	AR001-MI-10	01	ANILLO 10 - Dic. 4800 x 10500 A36	16748.7		Esp. 12
11	AR001-MI-11	01	ANILLO 11 - Dic. 4800 x 10500 A36	19153.5		Esp. 12
12	AR001-MI-12	01	ANILLO 12 - Dic. 4800 x 10500 A36	16748.7		Esp. 12
13	AR001-MI-13	01	ANILLO 13 - Dic. 4800 x 3000 A36	4785.3		Esp. 12
14	AR001-MI-14	01	ANILLO 14 - Dic. 4800 x 2500 A36	3987.8		Esp. 12
15	AR001-MI-15	02	DUCTO	8339.8		Esp. 9.5
16	AR001-MI-16	01	DEFLECTOR	3134.7		Esp. 8
17	AR001-MI-17	01	ESCALERA	8470.0		Esp. 8
				191417.5		Peso Total

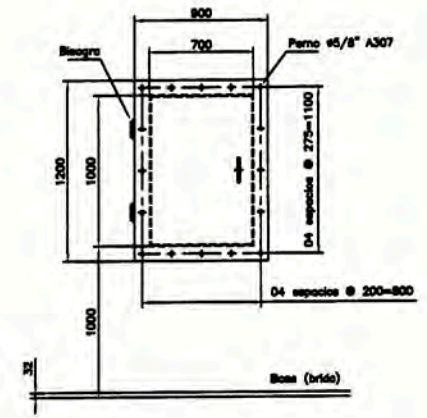


ELEVACION - ESCALERA
ESCALA: 1/200

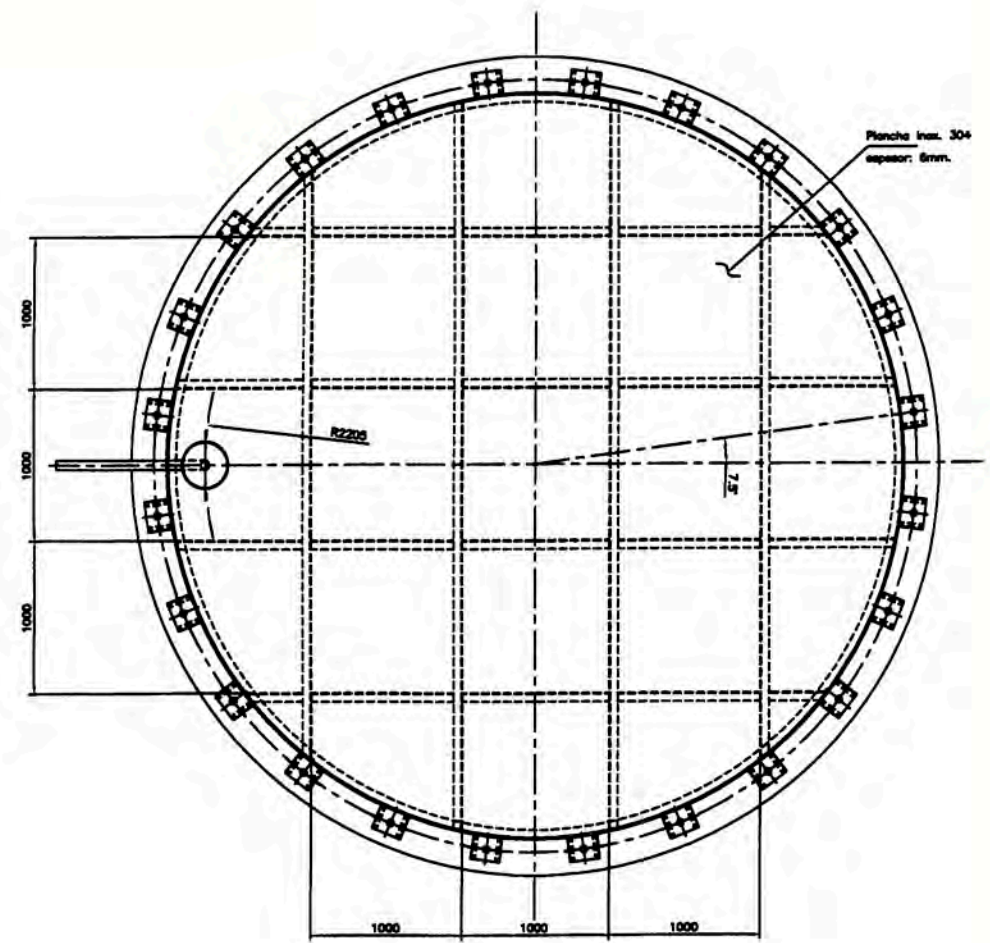
ELEVACION
ESCALA: 1/200



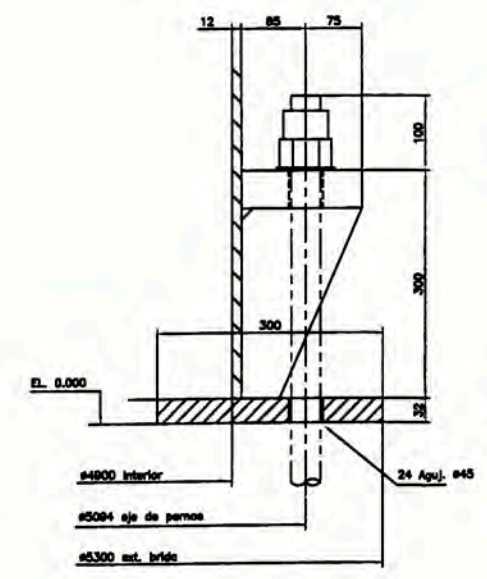
ELEVACION
ESCALA: 1/25



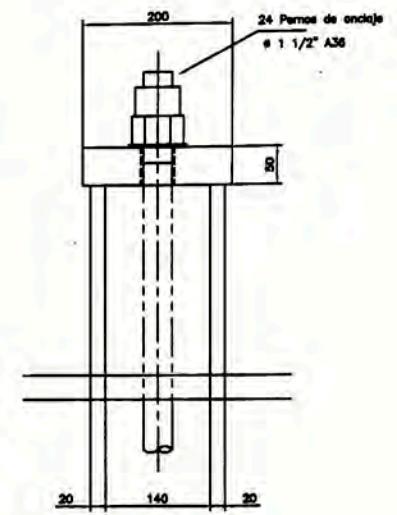
VISTA P
ESCALA: 1/25



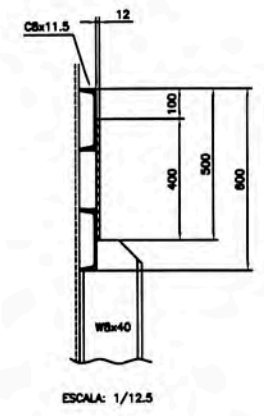
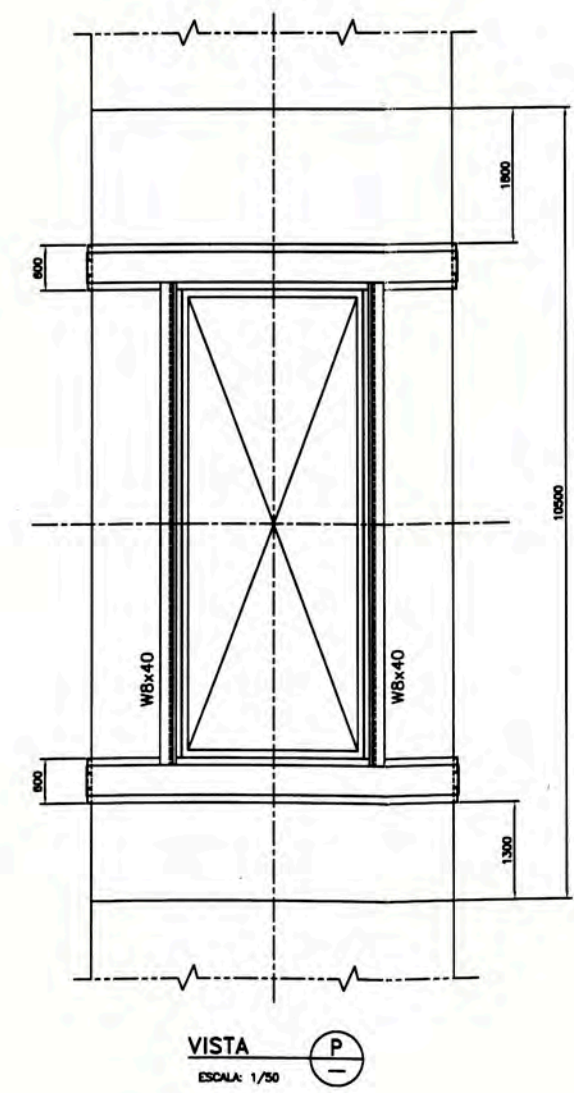
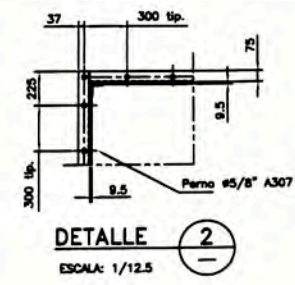
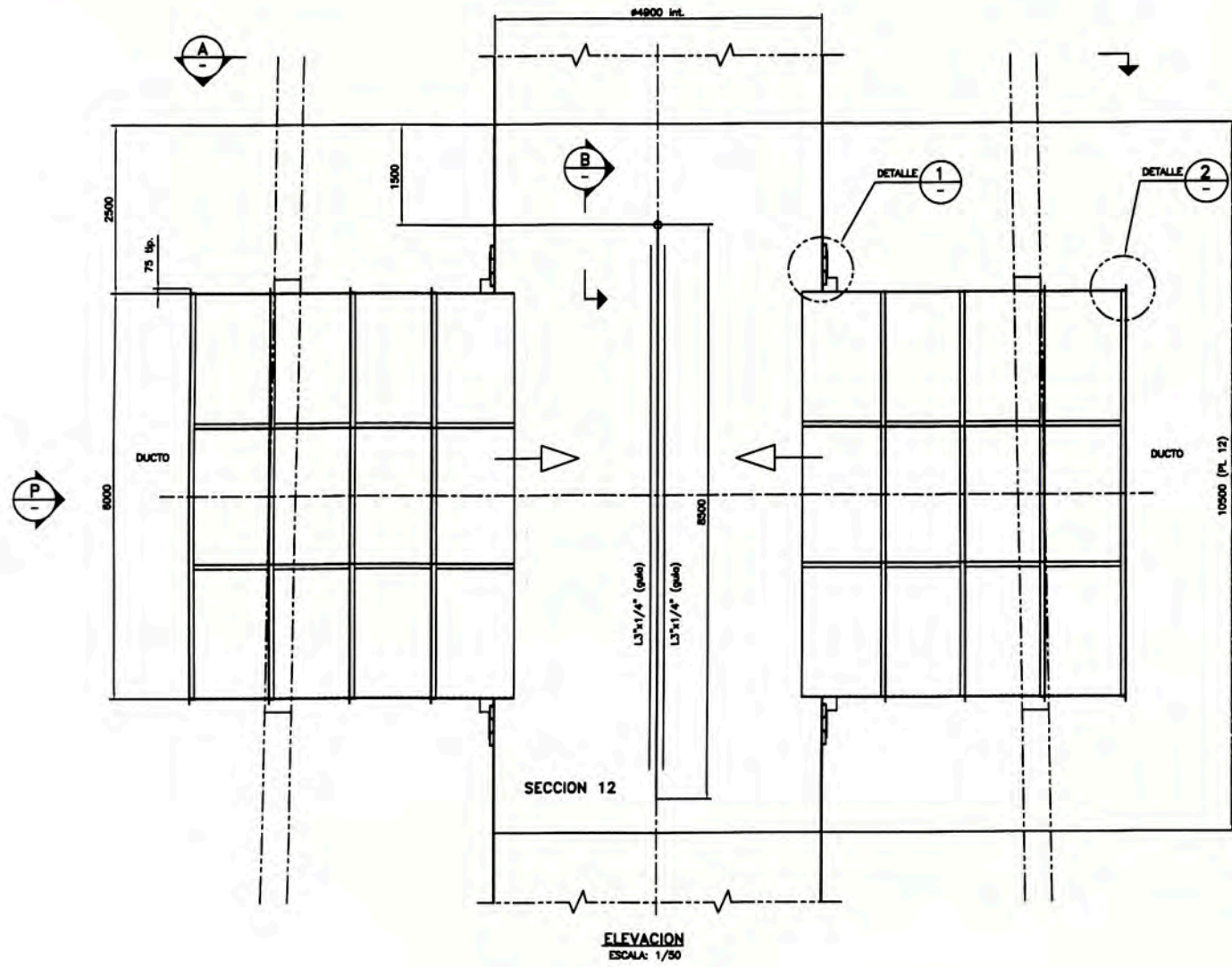
PLANTA
ESCALA: 1/25



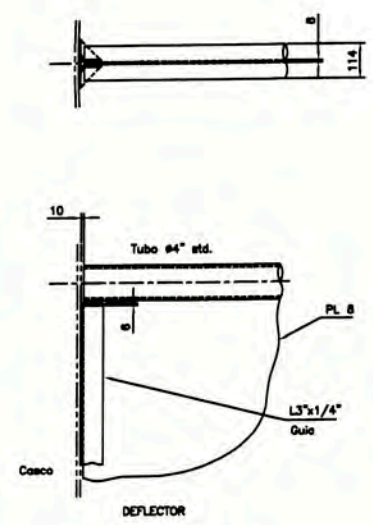
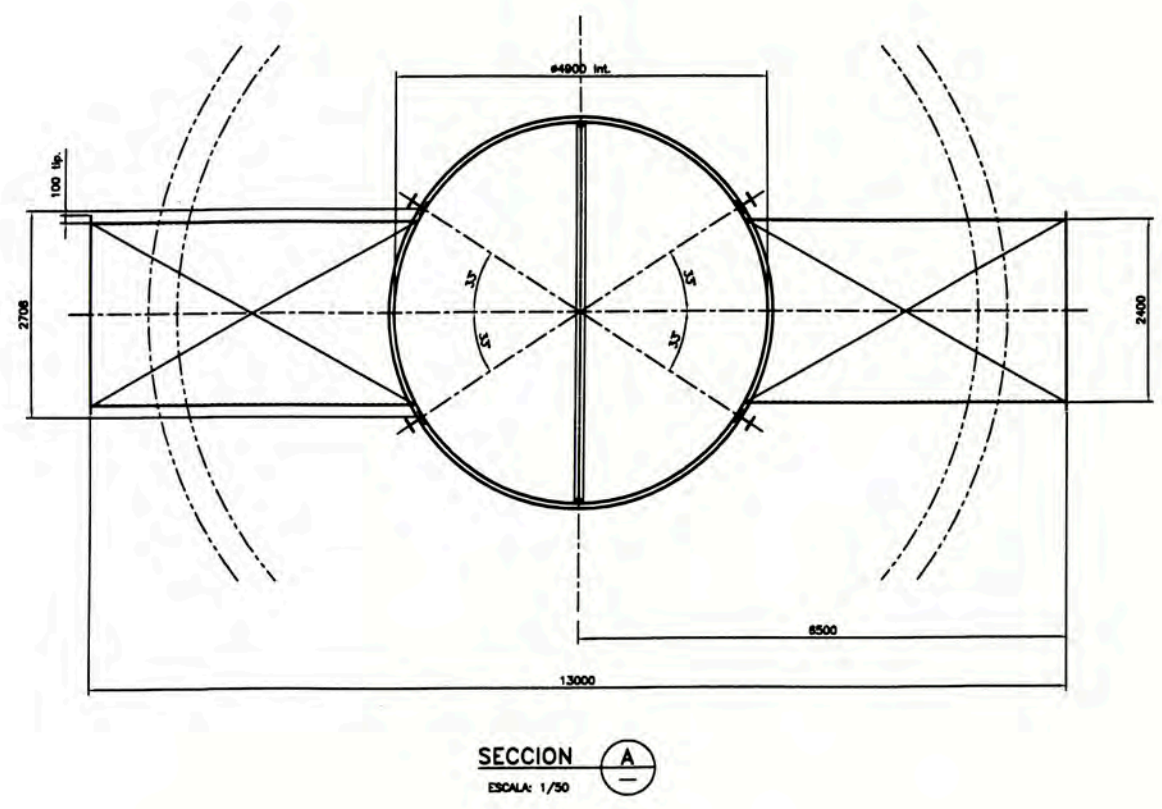
ANCLAJE
ESCALA: 1/5



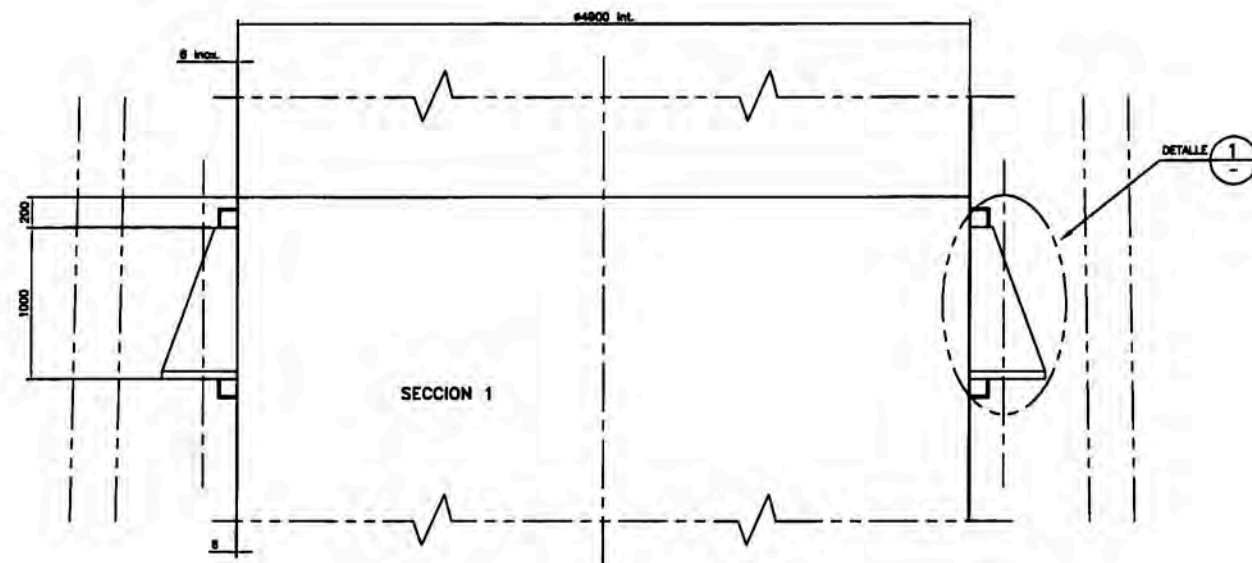
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA	
INFORME DE SUFICIENCIA	
CHIMENEA 130 m. CENTRAL TERMOELECTRICA ILO 21	
DETALLES - FONDO	
PLANO :	PD-001
REV:	0



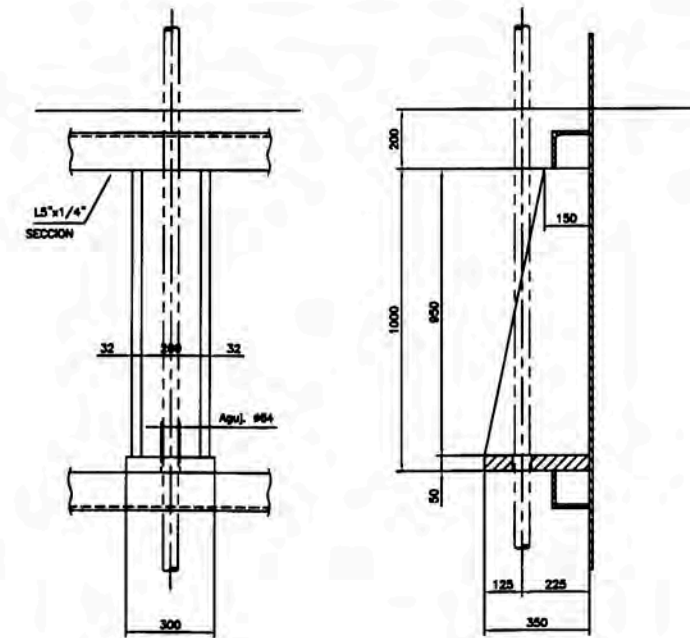
DETALLE 1
ESCALA: 1/12.5



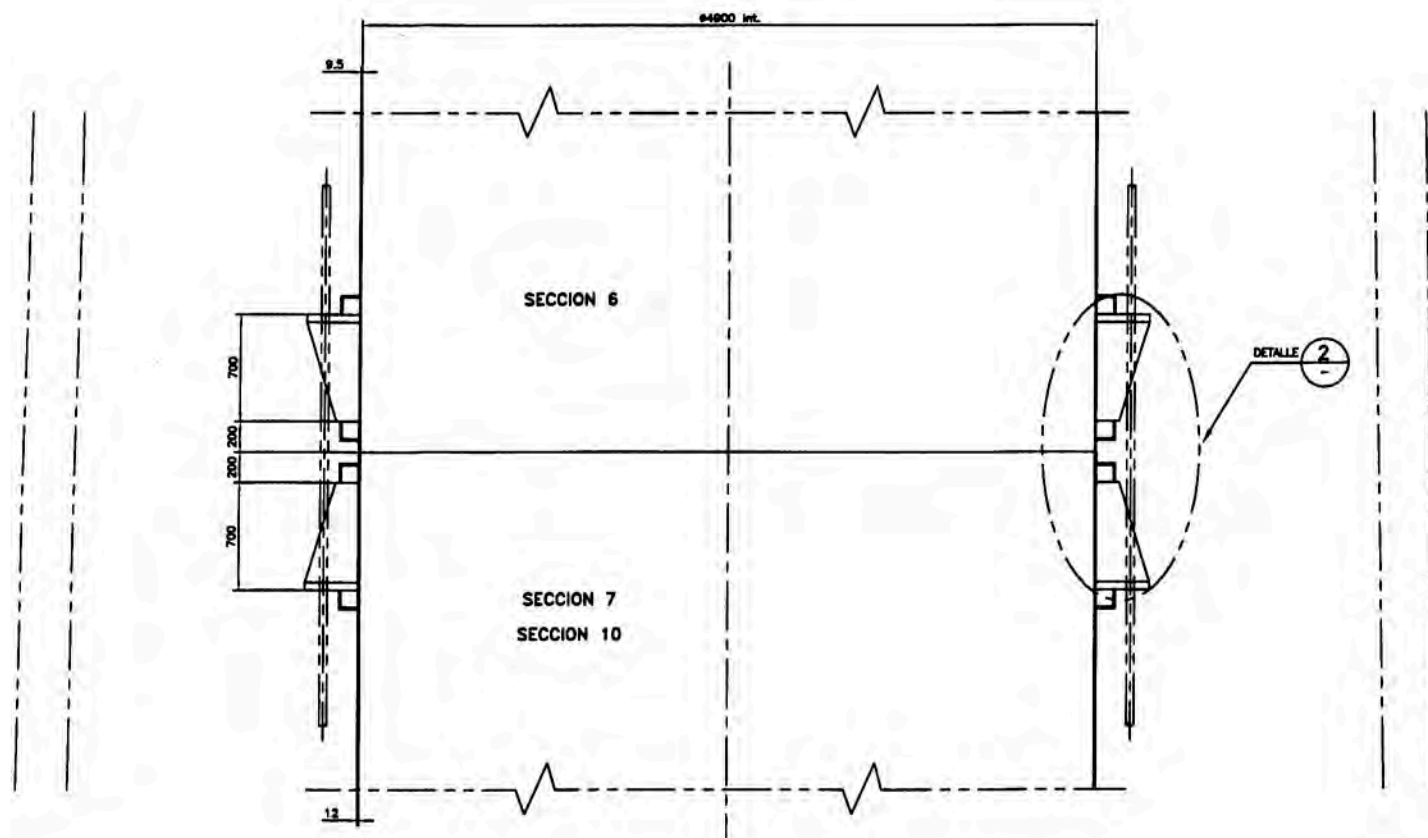
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA		
INFORME DE SUFICIENCIA		
CHIMENEA 130 m. CENTRAL TERMoeLECTRICA ILO 21		
DETALLES - DUCTO INGRESO DE GASES		
PLANO :	PD-002	REV: 0



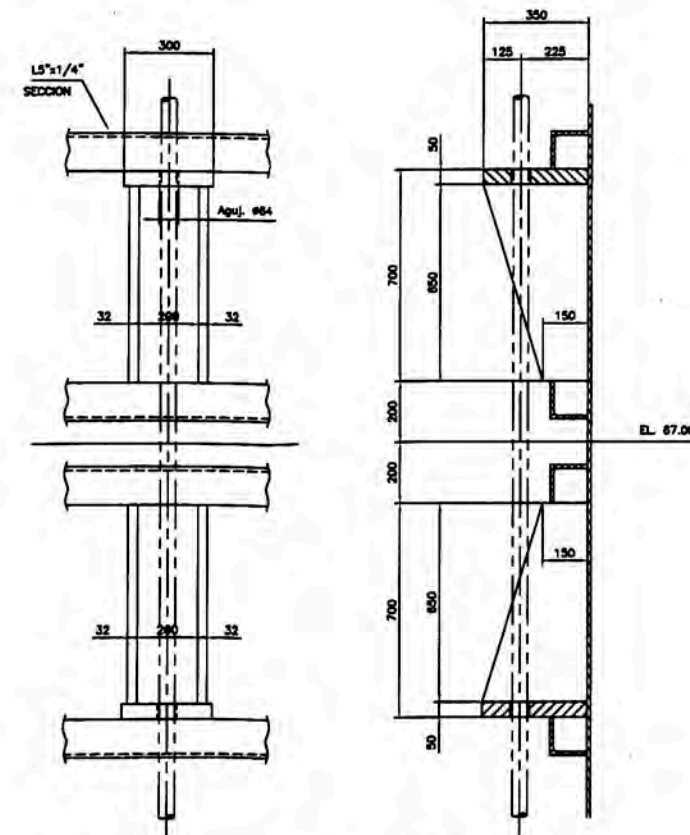
ELEVACION SECCION 1
ESCALA: 1/25



DETALLE 1
ESCALA: 1/12.5

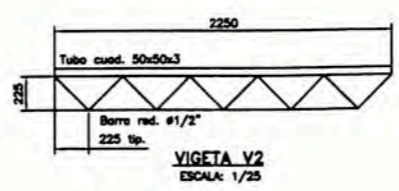
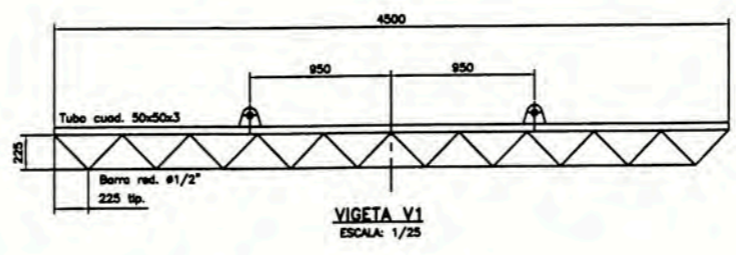
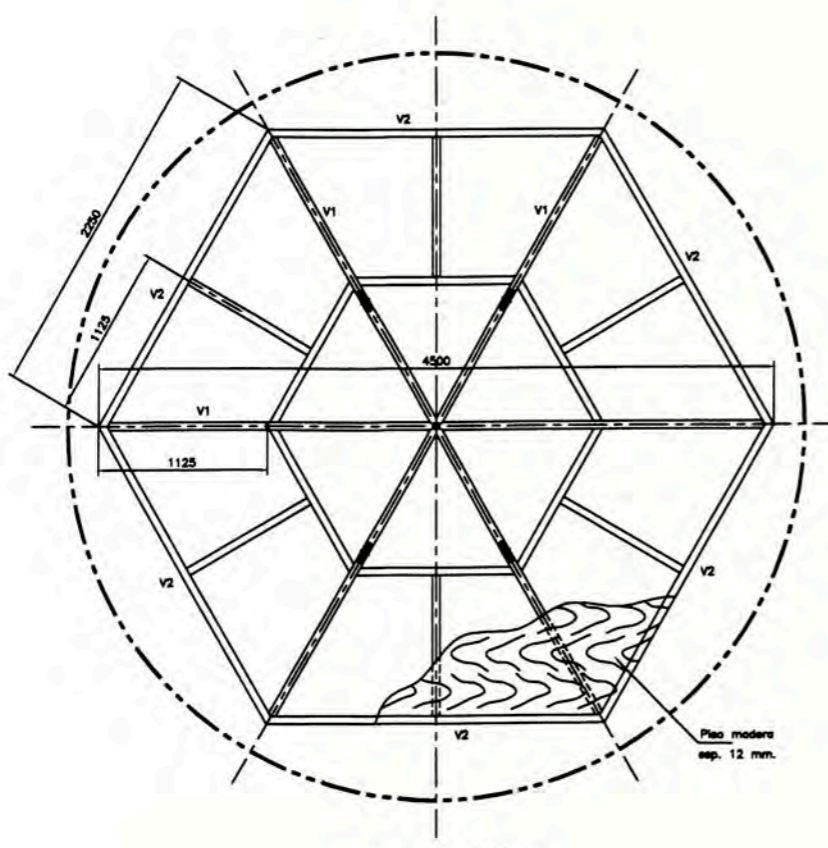
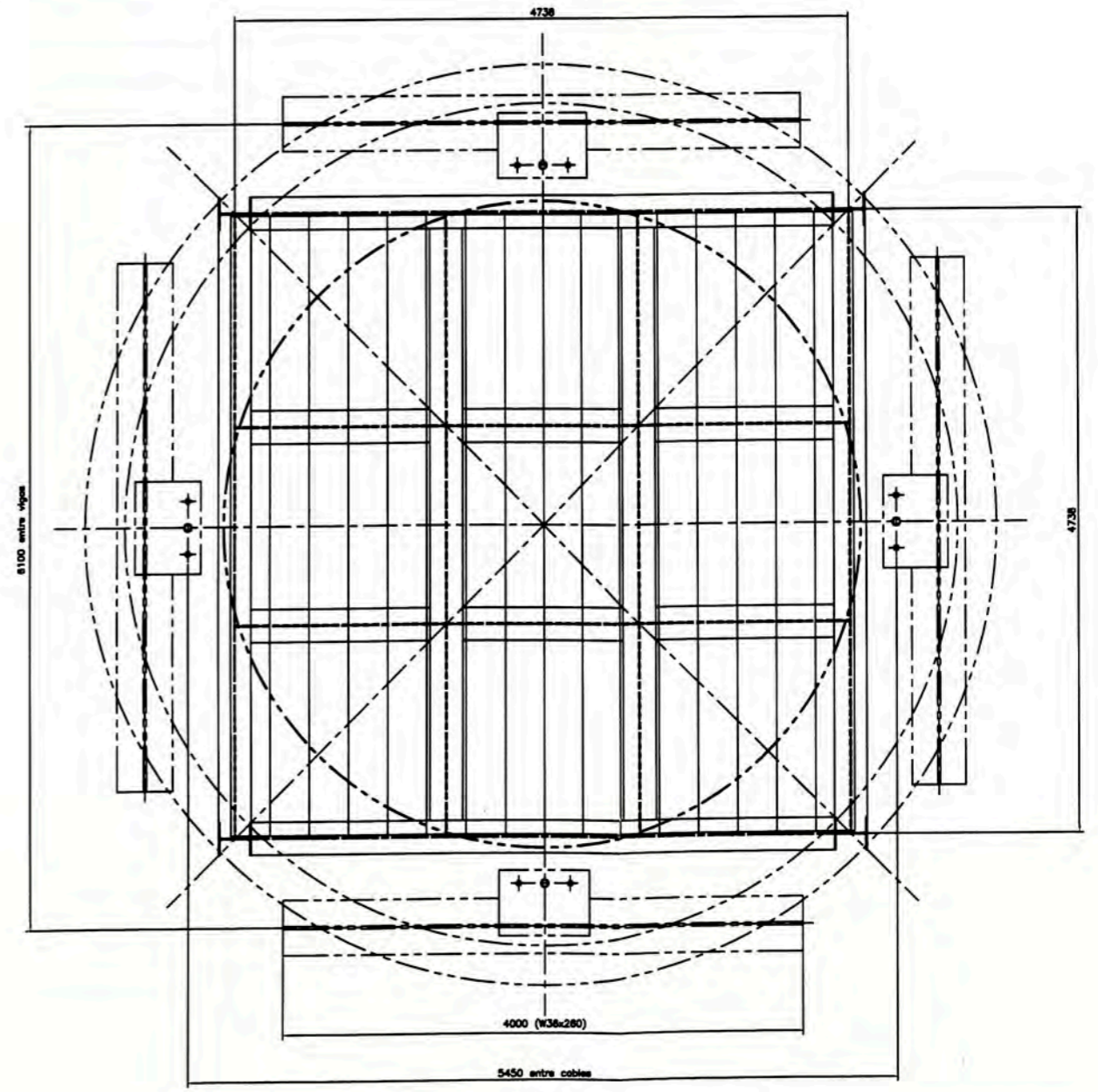
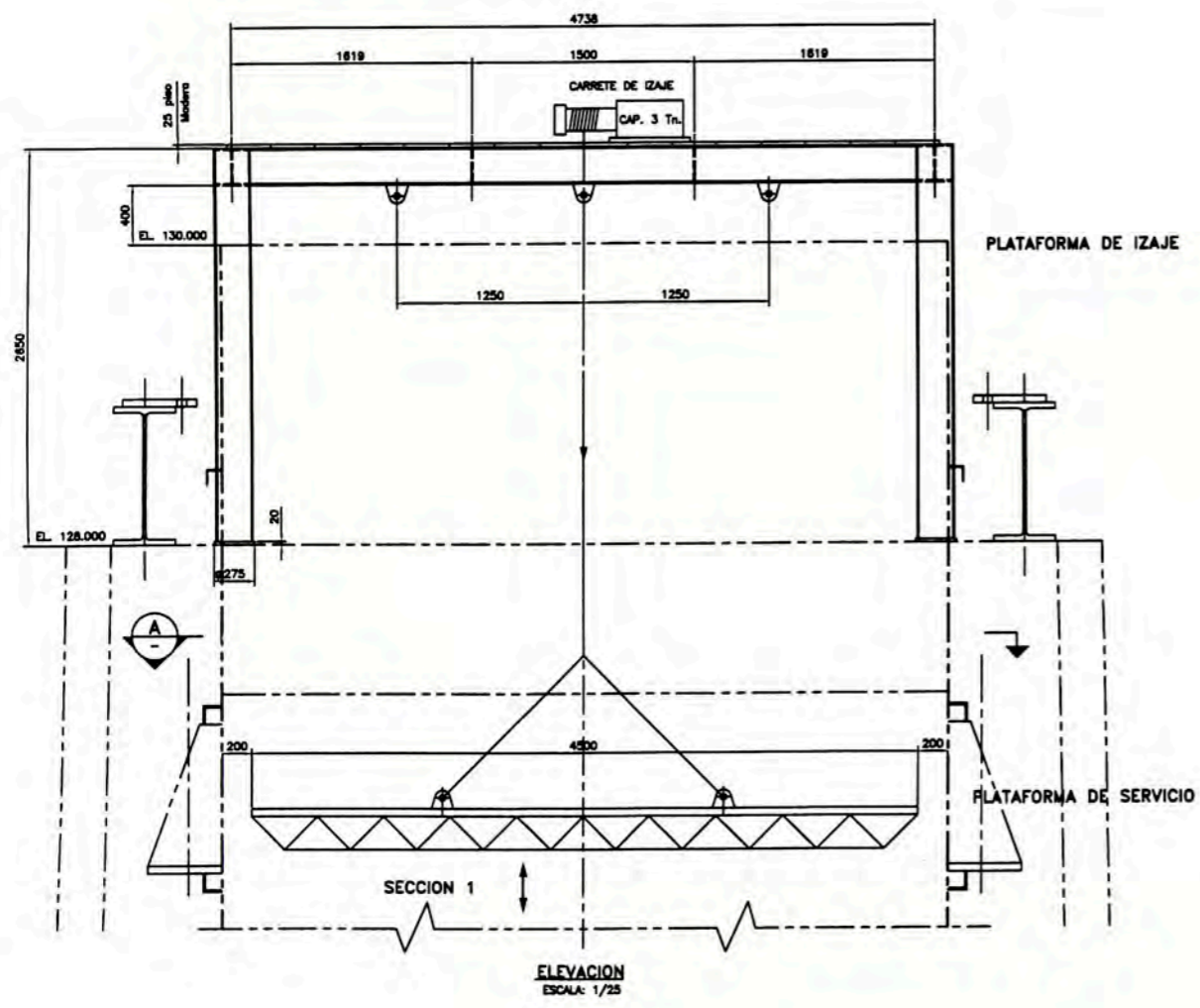


ELEVACION SECCION 6, 7 y 10
ESCALA: 1/25

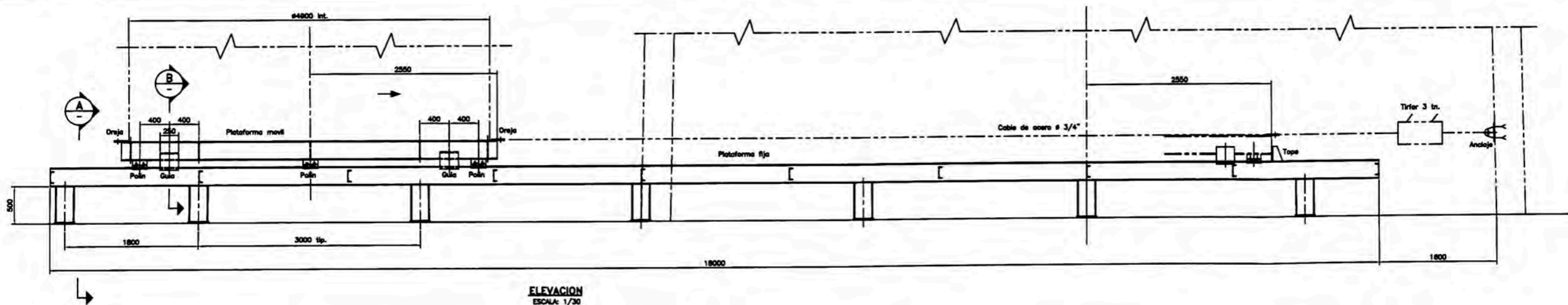


DETALLE 2
ESCALA: 1/12.5

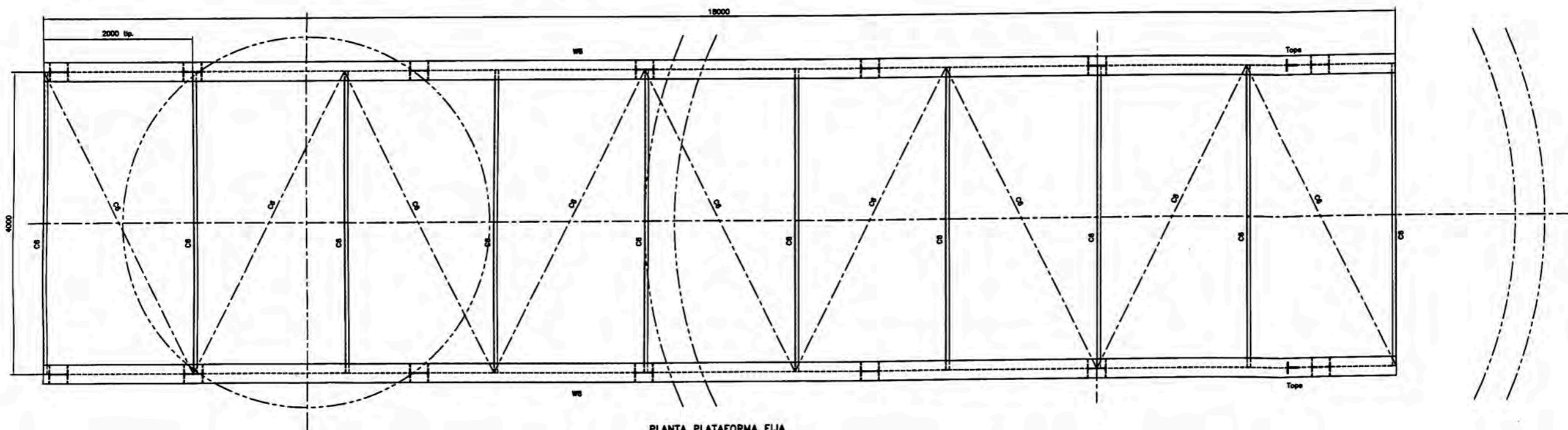
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA	
INFORME DE SUFICIENCIA	
CHIMENEA 130 m. CENTRAL TERMoeLECTRICA ILO 21	
DETALLES - COLLARINES DE IZAJE	
PLANO :	PD-003
REV:	0



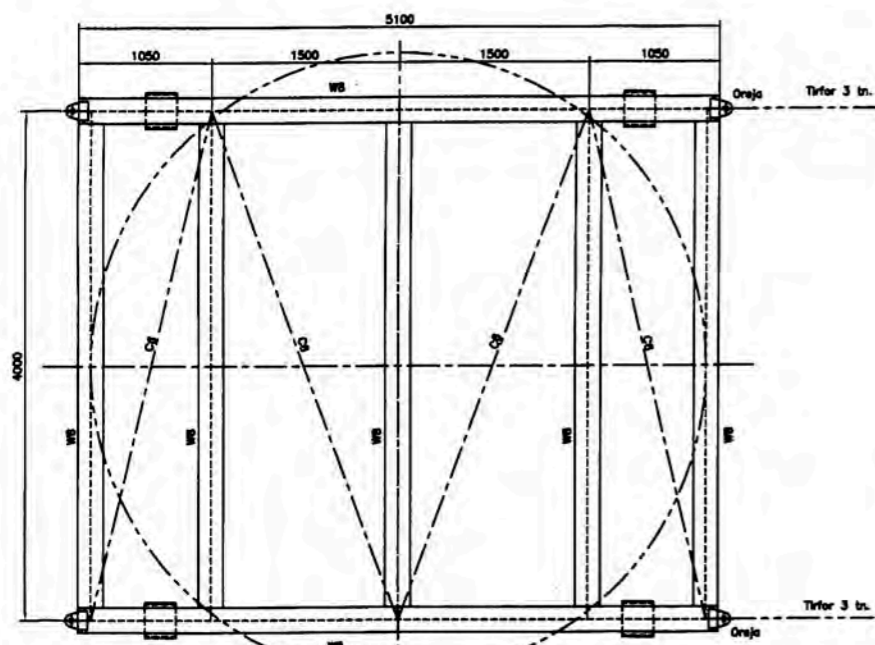
LISTA DE MATERIALES							
POS.	MARCA	CANT.	DESCRIPCION	MAT.	P.U. (kg)	P.T. (kg)	OBSERVACION
01	PL1	01	PLATAFORMA DE IZAJE			4448.8	
		04	W10 x 49 x 2850	A36	183.5	773.9	
		08	W10 x 49 x 4738	A36	345.9	2767.4	
		01	Plac 25 x 4800 x 4800	modera	804.3	804.3	
02	PL2	01	PLATAFORMA DE SERVICIO			1033.1	
		03	Vigueta V1				
		01	Tubo cuadr. 50x50x3 4500	A36	21.2	83.8	
		01	Barra dia. 12 x 10500	A36	9.3	28.0	
		06	Vigueta V2				
		01	Tubo cuadr. 50x50x3 2250	A36	10.6	83.8	
		01	Barra dia. 12 x 5000	A36	4.4	28.6	
		06	Tubo cuadr. 50x50x3 2000	A36	8.4	56.5	
		01	Plac 25 x 4500 x 4500	modera	794.8	794.8	
						5478.7	Peso Parcial



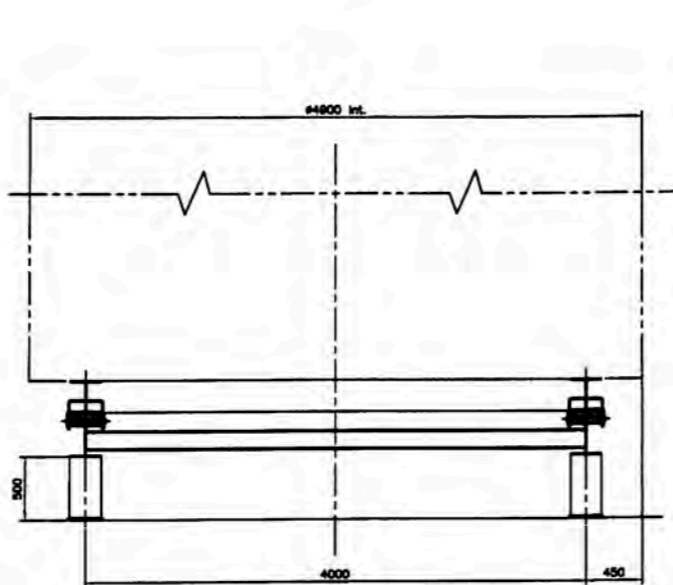
ELEVACION
ESCALA: 1/30



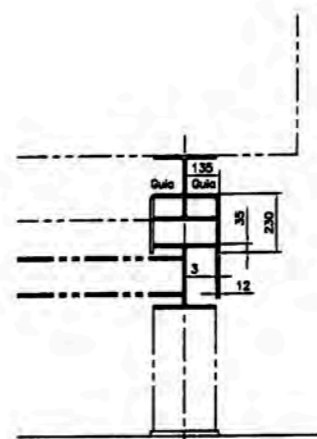
PLANTA PLATAFORMA FIJA
ESCALA: 1/30



PLANTA PLATAFORMA MOVIL
ESCALA: 1/30



SECCION A
ESCALA: 1/30



SECCION B
ESCALA: 1/15

LISTA DE MATERIALES							
POS.	MARCA	CANT.	DESCRIPCION	MAT.	P.U. (kg)	P.T. (kg)	OBSERVACION
01	PF1	01	PLATAFORMA FIJA			2588.7	
	v1	02	WB x 31 x 18000	A36	831.4	1662.8	
	v2	14	WB x 31 x 800	A36	23.1	323.5	
	v3	10	CS x 8.2 x 4000	A36	48.9	489.0	
	v4	08	CS x 8.2 x 4500	A36	55.0	440.0	
	v5	16	PL 20 x 275 x 275	A36	11.8	188.8	
02	PF2	01	PLATAFORMA MOVIL			2025.1	
	v6	02	WB x 31 x 5100	A36	235.8	471.6	
	v7	05	WB x 31 x 4000	A36	184.8	924.0	
	v8	04	CS x 8.2 x 4300	A36	52.5	210.0	
	v9	04	Poln	A36	85.0	340.0	
	v10	04	Guía	A36	15.0	60.0	
	v11	04	Oreja	A36	5.0	20.0	
						4884.8	Peso Parcial

APENDICE 5

INFORMACIÓN SOBRE EQUIPO DE IZAJE

TYPE: T15W-18

FUNCTION: Lifting/Lowering,
Double-Acting

RATED CAPACITY: Material Lifting/Lowering;
[Safety Factor of 3.5],
12 Short Tons (24,000 lbs)
Slipforming (Men on Deck)
[Safety Factor of 6.0],
7 Short Tons (14,000 lbs)

PRESSURE AT
RATED CAPACITY: 2,010 psi (142 kg/cm²)
@ 12 Short Tons (24,000 lbs)
1,170 psi (84 kg/cm²)
@ 7 Short Tons (14,000 lbs)

STROKE LENGTH:
No Stroke Reducers: 7.87 inch (200 mm)
With Stroke Reducers: 1.25 inch (32 mm)

PISTON DIAMETER: 2.75 inch (70 mm)

PISTON AREA: 11.94 inch² (77 cm²)

CYLINDER VOLUME/JACK:

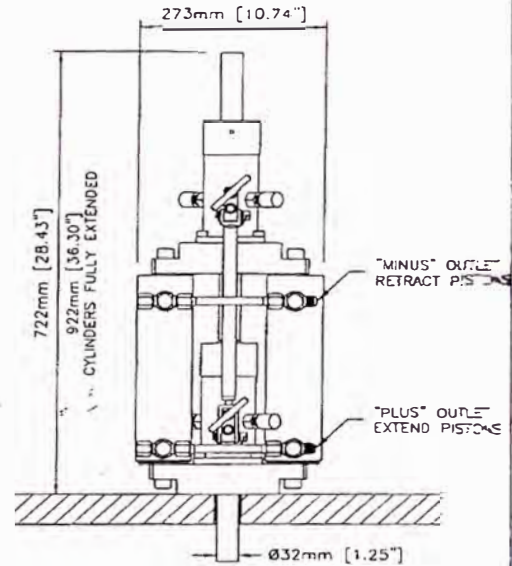
Piston Side: 94.0 inch³ (1.54 liter)
Piston Rod Side: 63.5 inch³ (1.04 liter)

WEIGHT:

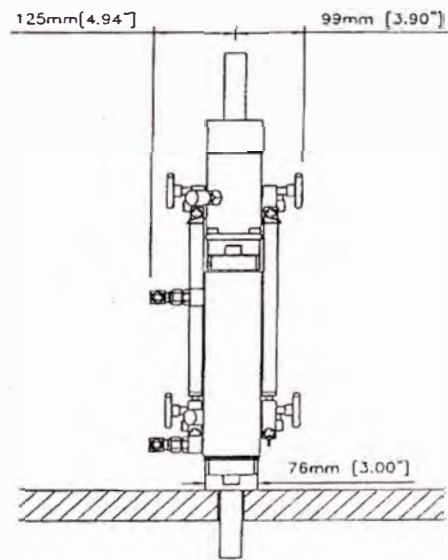
Jack: 103 lbs (46.7 kg)
Load Anchor: 15 lbs (6.8 kg)
Overload Protector: 55 lbs (25.0 kg)
Stroke Reducer: 10 lbs (4.5 kg)

STRAND
SPECIFICATIONS: Dyform Special
Ø18mm (0.7 inch)
1.18 lbs/ft (1.75 kg/m)

OPTIONS:
Equalizer; OP 12/200
Strand Cleaning Head
Stroke Reducer



FRONT VIEW

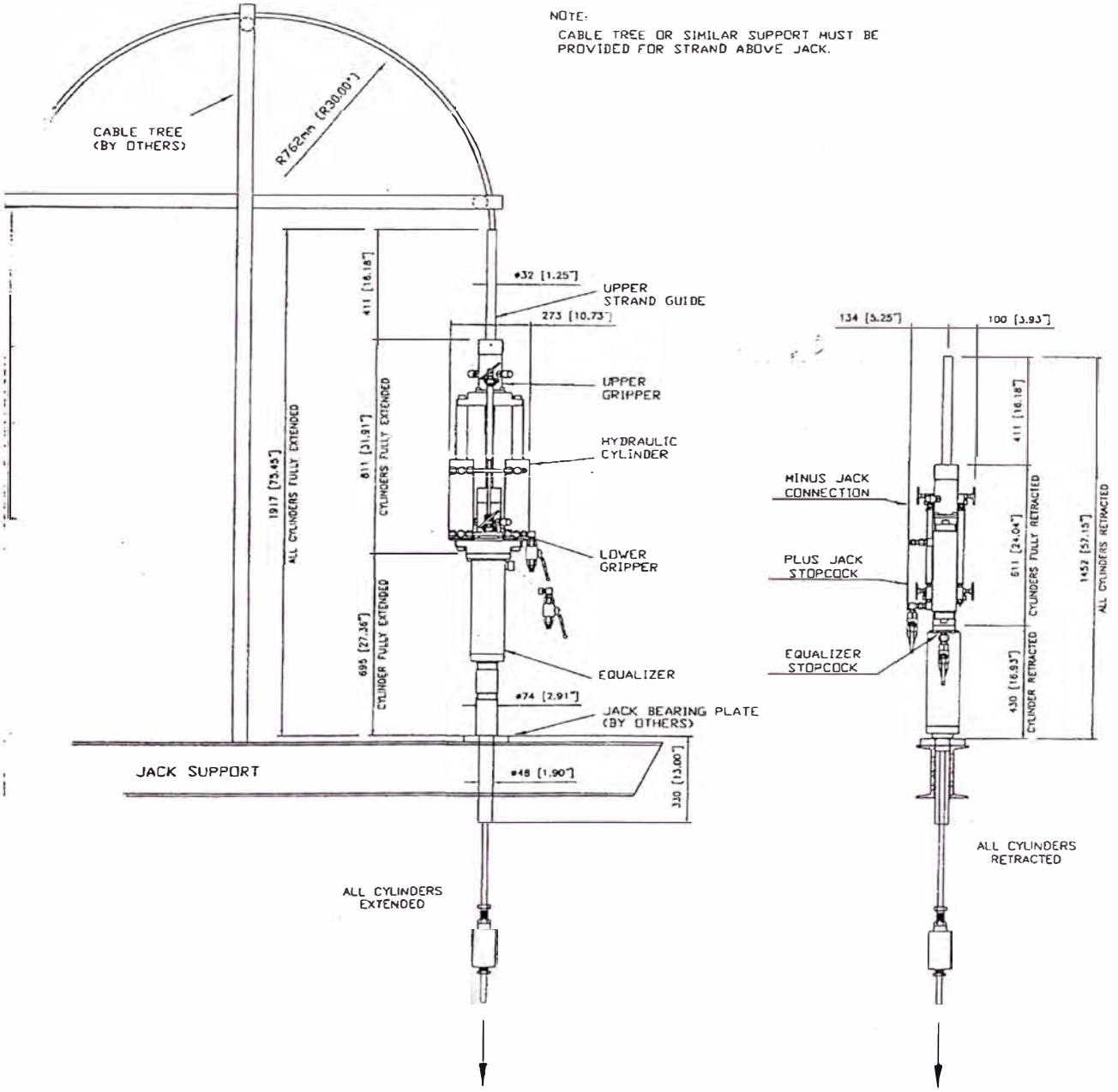


SIDE VIEW



STRAND JACK T15W-18
SPECIFICATIONS AND
EXTERIOR DIMENSIONS

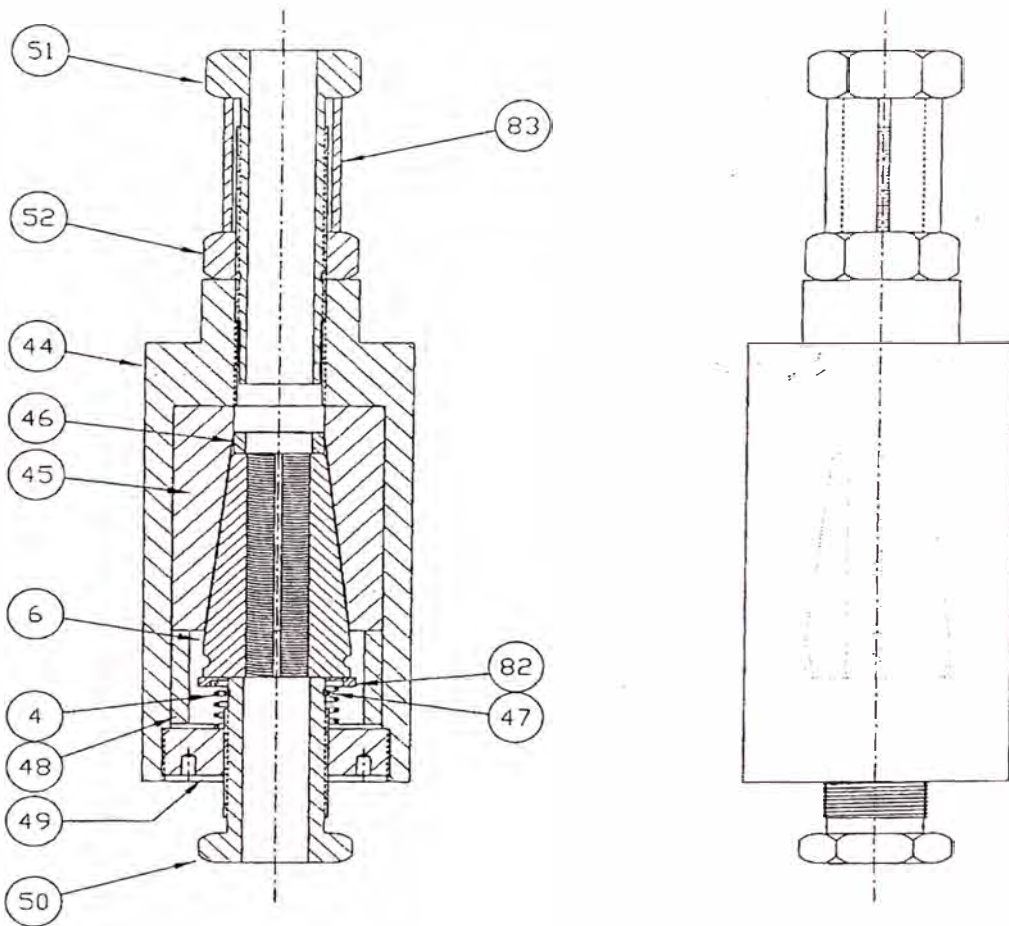
DATE:	9/23/99
SCALE:	1 : 1C
DRAWN:	AV
CHECKED:	K-



GENERAL ASSEMBLY
T15W-18 WITH
EQUALIZER

DATE:	11/13/98
SCALE:	1:20
DRAWN:	JA
CHECKED:	KH

DRAWING NO: REV.



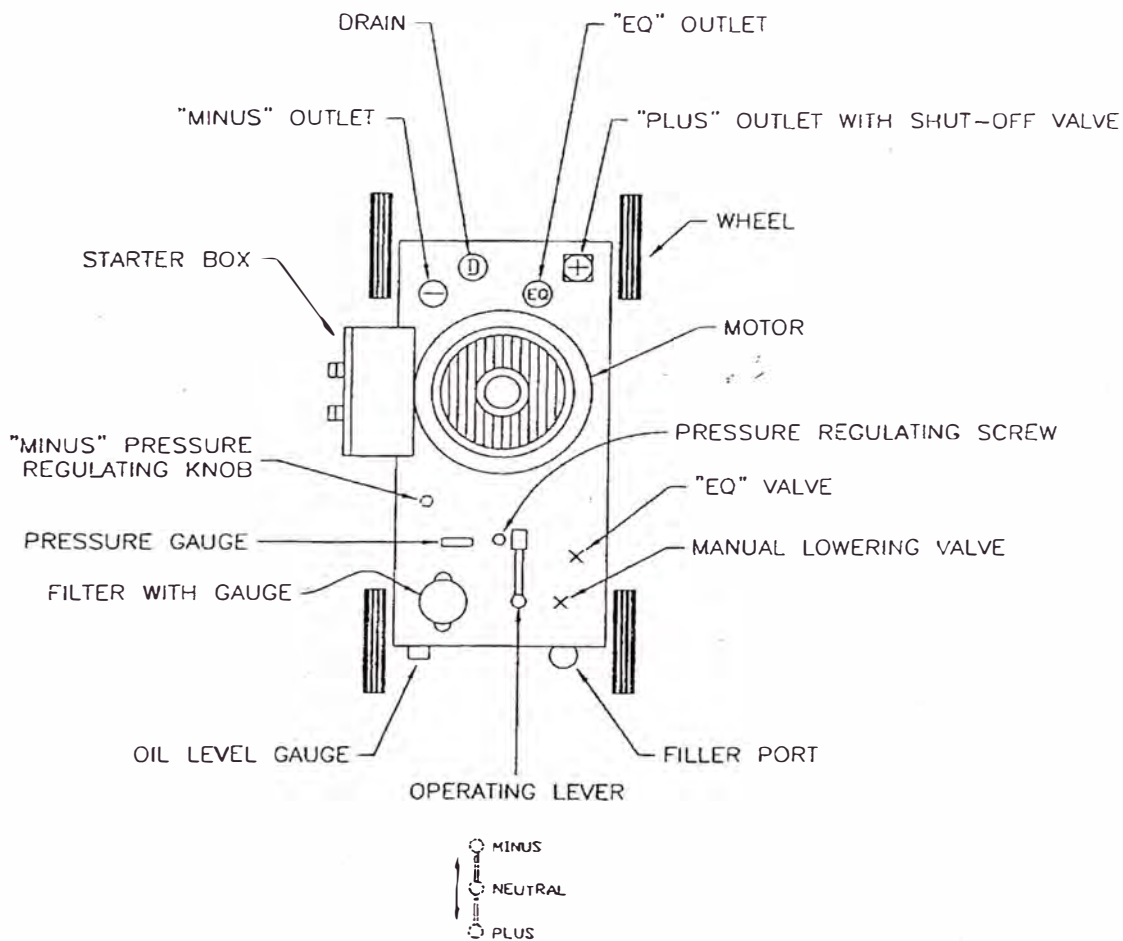
NOTE:
LOAD ANCHOR DRAWN WITH WEDGES ENGAGED



scanada

LOAD ANCHOR
PARTS DRAWING
FOR T15W-18

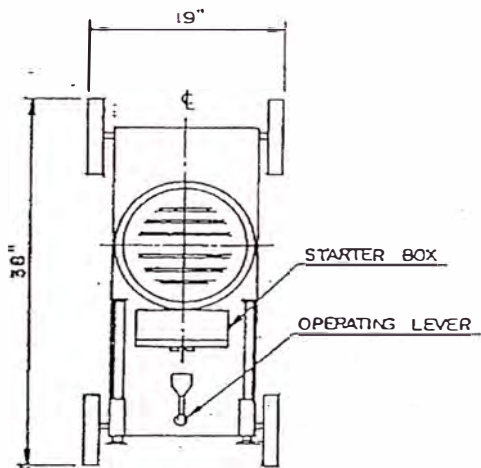
DATE:	9/23/88
SCALE:	1 : 2
DRAWN:	A.
CHECKED:	←



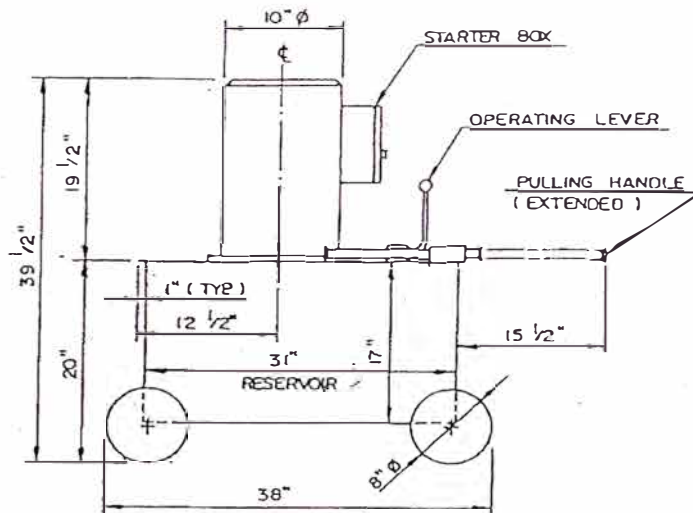
scanada

HYDRAULIC PUMP 2:34:210
GENERAL ARRANGEMENT

DATE:	4/8/97
SCALE:	1" = 1'
DRAWN:	AV
CHECKED:	KH



TOP VIEW



SIDE VIEW

TYPE:	2:34:210	ADJ. PRESSURE REGULATION:	400-3,000 psi (30-210 kgf/cm ²)
DISPLACEMENT:	9 gallons/min (34 liters/min) @ 2,500 psi (175 kgf/cm ²) with 60 Hz current	OPERATING VALVE:	Double-Acting, Open-Centered 4-way Directional
MOTOR:	17.3 hp @ 1,740 rpm 440 volt, 23 amps 550 volt, 17 amps	WEIGHT:	Empty 420 lbs. (190 kg.) Full 582 lbs. (264 kg.)
		RESERVOIR VOLUME:	22.5 gallons (85 liters)
		OPTIONS:	



scanada

HYDRAULIC PUMP 2:34:210
SPECIFICATIONS AND
EXTERIOR DIMENSIONS

DATE:	Jan. 9, 1993
SCALE:	NTS
DRAWN:	A.V.
CHECKED:	K.H.

APENDICE 6

CHEQUEO DE ELEMENTOS CRITICOS

Apéndice 6

Chequeo de elementos críticos

Los cálculos aquí presentados sólo constituyen un ejercicio de cálculo, bajo ciertas consideraciones y no corresponden necesariamente con el diseño detallado de los elementos en cuestión.

Caso 1: Revisión de placa soporte de gatas de cable

Esta placa va montada sobre las vigas de izaje y es la que sirve de apoyo a las gatas de izaje y a las barras de sujeción de las secciones del ducto metálico de la chimenea. De acuerdo a lo descrito en el procedimiento de montaje, existen tiempos en los cuales están suspendidas hasta 3 conjuntos de secciones (desde la sección 1 a la 12), que suman un peso aproximado de 160 000 kg

A) Cálculo por corte

1. Consideraremos entonces, que la carga total es: $F_t = 160\,000\text{ kg}$
2. Esta carga se encontrará repartida en los cuatro puntos de sujeción.
3. Corte en la placa: La sección a considerar en cada placa es de $40 \times 5\text{ cm}$, por lo que el área de cada placa será $A_p = 200\text{ cm}^2$, y el área total $A_t = 800\text{ cm}^2$
4. El esfuerzo cortante será entonces:

$$\tau = \frac{F_t}{A_t} = \frac{160000}{800} = 200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

5. Mientras que el esfuerzo cortante admisible es:

$$\tau_{adm} = 0,4\sigma_f = 0,4 \times 2400 = 960 \frac{kg}{cm^2}$$

6. Tenemos entonces que:

$$\tau < \tau_{adm} \Rightarrow OK$$

B) Cálculo por aplastamiento

Puede presentarse falla por aplastamiento en la zona donde se sujetan las secciones con la barra de sujeción, al apoyar los elementos que transmiten el peso a la placa. Para el presente caso son las tuercas, las mismas que tendrán un diámetro interior de 3" y uno exterior de 4"

1. El área sometida a aplastamiento en cada placa será: $A = 34,4 \text{ cm}^2$

2. Como esta carga se encontrará repartida en los cuatro puntos de sujeción, el área total a considerar para la toda la carga será: $A_t = 137,6 \text{ cm}^2$

3. El esfuerzo de aplastamiento será:

$$\sigma_{ap} = \frac{160000}{137,6} = 1162,8 \frac{kg}{cm^2}$$

4. El esfuerzo de aplastamiento admisible es:

$$\sigma_{apadm} = 30 \frac{kg}{mm^2} = 3000 \frac{kg}{cm^2}$$

5. Tenemos entonces que:

$$\sigma_{ap} \leq \sigma_{apadm} \Rightarrow OK$$

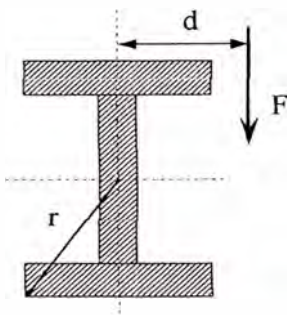
Caso 2: Revisión de viga de izaje (soporte de gatas de cable)

Las vigas de izaje son las que soportan el total del peso de las secciones, que como ya hemos visto, suman hasta un peso aproximado de 160 000 kg

Tendremos las siguientes consideraciones:

1. Que la viga de izaje tiene entre apoyos 3 m, lo cual viene a ser la máxima distancia entre apoyos. Consideraremos el esfuerzo cortante debido a la carga y a la torsión.

La viga a emplear es una W36 x 280.



Del manual de AISC: Area = 76,5 pulg ² I = 17300 pulg ² J = 41,5 pulg ⁴ De los datos del proyecto: F = 40000 d = 32,5 cm r = 50,1 cm
--

A) Cálculo por corte simple

1. Consideraremos entonces, que la carga total es: $F_t = 160\,000\text{ kg}$
2. Esta carga se encontrará repartida en las cuatro vigas, $F = 40000\text{ kg}$
3. La sección de la viga es $A = 494\text{ cm}^2$
4. El esfuerzo cortante en la sección sólo por acción de la carga, será entonces:

$$\tau = \frac{F}{A} = \frac{40000}{494} = 81 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

B) Cálculo de corte por torsión

1. De los datos y gráfico mostrado anteriormente, calculamos el momento torsor:

$$T = F \times d = 40000 \times 32,5 = 1300000 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

2. El esfuerzo cortante debido al momento torsor será:

$$\tau_T = \frac{T \times r}{G \times J} = \frac{1300000 \times 50,1}{0,81 \times 10^6 \times 1727,3} = 0,047 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Corte total:

1. De lo anterior, el esfuerzo cortante total en la sección será entonces: 81,047 kg / cm²

2. Tenemos entonces que:

$$\tau < \tau_{adm} \Rightarrow OK$$

C. Flexión en la viga

1. Calculamos el momento flector:

$$M = F \times l = 40000 \times 300 = 12000000 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

2. Calculamos el esfuerzo de flexión:

$$\sigma_{flex} = \frac{M \times y}{I} = \frac{M}{S} = \frac{12000000}{15617} = 768 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

3. El esfuerzo admisible es:

$$\sigma_{flex_{adm}} = 0,4 \sigma_f = 0,4 \times 2400 = 960 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

4. Tenemos entonces que:

$$\sigma_{flex} < \sigma_{flex_{adm}} \Rightarrow OK$$