

Proyecto Planta de Abatimiento de Arsénico y Antimonio, y Disposición de Residuos (P-AAA)



INFORME FINAL PROYECTO EPCM

D038-98-000-IF-201

0	12/10/12	DISTRIBUCIÓN INTERNA	ITA	ITA	IVR
A	05/10/12	REVISION INTERNA	ITA	ITA	IVR
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN DE LA REVISIÓN	ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ

ÍNDICE

	Página
1.0 RESUMEN EJECUTIVO	5
1.1 DESCRIPCIÓN	5
1.2 CONCLUSIONES PRINCIPALES	5
1.3 HITOS PRINCIPALES	6
1.4 LECCIONES APRENDIDAS Y ACCIONES CORRECTIVAS	6
2.0 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y ALCANCE DEL TRABAJO	7
2.1 UBICACIÓN E INFRAESTRUCTURA	7
2.2 ALCANCE DEL PROYECTO	10
2.3 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES	11
3.0 ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO	12
3.1 ECOMETALES (ECL)	12
3.2 ARA WORLEY PARSON (AWP)	13
3.3 STEERING COMMITTEE	14
3.4 LECCIONES APRENDIDAS Y ACCIONES CORRECTIVAS	14
4.0 CONTRATO EPCM	14
4.1 TÉRMINOS DEL CONTRATO	14
4.2 ACUERDO DE MODIFICACIÓN DE PLAZO Y PRESUPUESTO	15
4.3 LECCIONES APRENDIDAS Y ACCIONES CORRECTIVAS	16
5.0 PLAN DE EJECUCIÓN (PEP)	17
5.1 INGENIERÍA	17
5.2 ADQUISICIONES	19
5.3 CONSTRUCCIÓN	20
5.4 PEM	20
6.0 SEGURIDAD	21
6.1 POLÍTICA	21
6.2 NORMAS Y ESTÁNDARES	21
6.3 RESULTADOS EN HSE	22
6.4 LECCIONES APRENDIDAS Y ACCIONES CORRECTIVAS	23
7.0 PERMISOS	23
7.1 TRABAJO DESARROLLADO	23
7.2 LECCIONES APRENDIDAS Y ACCIONES CORRECTIVAS	24
8.0 CAPACITACIONES	24
8.1 POR EMPRESA JHG INGENIERÍA	24
8.2 POR VENDORS	25
8.3 LECCIONES APRENDIDAS Y ACCIONES CORRECTIVAS	25
9.0 GERENCIA Y ADMINISTRACIÓN	25
9.1 RECURSOS	25
9.2 PLAN DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO	26

9.3	PLAN DE CALIDAD	26
9.4	REUNIONES	26
9.5	ARCHIVO	26
9.6	CONTROL DE RIESGOS	26
9.7	INFORMES	27
9.8	LECCIONES APRENDIDAS Y ACCIONES CORRECTIVAS	27
10.0	CONTROL DE PROYECTO	27
10.1	PROGRAMACIÓN	27
10.2	COSTOS	27
10.3	INFORMES DE AVANCE	27
10.4	LECCIONES APRENDIDAS Y ACCIONES CORRECTIVAS	28
11.0	INGENIERÍA	28
11.1	INTRODUCCIÓN	28
11.2	PLANOS Y DOCUMENTOS	30
11.3	PARTICIPACIÓN DE INGENIERÍA EN CONTRATOS	32
11.4	LECCIONES APRENDIDAS Y ACCIONES CORRECTIVAS	32
12.0	ADQUISICIONES	33
12.1	ORGANIZACIÓN	33
12.2	PROCEDIMIENTOS	34
12.3	FUNCIONES DE ADQUISICIONES	34
12.4	ORDENES DE COMPRA	36
12.5	ADQUISICIONES LOCALES	37
12.6	PLANOS "VENDORS"	38
12.7	COMENTARIOS GENERALES DEL COMPORTAMIENTO DE PROVEEDORES	38
12.8	LECCIONES APRENDIDAS Y ACCIONES CORRECTIVAS	39
13.0	CONTRATOS	40
13.1	ADMINISTRACIÓN DE CONTRATOS	40
13.2	LECCIONES APRENDIDAS Y ACCIONES CORRECTIVAS	42
14.0	CONSTRUCCIÓN	42
14.1	ORGANIZACIÓN	42
14.2	LECCIONES APRENDIDAS Y ACCIONES CORRECTIVAS	44
15.0	PUESTA EN MARCHA (PEM)	44
15.1	INTRODUCCIÓN	44
15.2	METODOLOGÍA DE LA PEM	45
15.3	LECCIONES APRENDIDAS Y ACCIONES CORRECTIVAS	50
16.0	INICIO DE OPERACIONES (Ramp – Up)	50
16.1	PARTICIPANTES	50
16.2	LECCIONES APRENDIDAS Y ACCIONES CORRECTIVAS	51

17.0	VARIACIONES DEL COSTO DE INVERSIÓN	51
17.1	PRESUPUESTO DE CONTROL	51
17.2	ACTUALIZACIÓN ESTIMACIÓN INVERSIÓN (CAPEX)	52
17.3	PROYECCIÓN FINAL DE COSTOS	52
17.4	LECCIONES APRENDIDAS Y ACCIONES CORRECTIVAS	53

ANEXOS

ANEXO A – HITOS PRINCIPALES

ANEXO B – ACCIONES CORRECTIVAS Y LECCIONES APRENDIDAS

ANEXO C – CONDICIONES AMBIENTALES

ANEXO D – INDUSTRIAS E INFRAESTRUCTURA EN LA ZONA

ANEXO E – SERVICIOS DE PLANTA

ANEXO F – ALCANCE DE LAS OBRAS EJECUTADAS POR AREA

ANEXO G – ORGANIGRAMA DEL PROYECTO

ANEXO H – DETALLE DE ORDENES DE COMPRA

ANEXO I – ADMINISTRACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN

ANEXO J - P-AAA: PRINCIPALES FACTORES EN AUMENTO DE COSTO INVERSIÓN

1.0 **RESUMEN EJECUTIVO**

1.1 **DESCRIPCIÓN**

EcoMetales Limited, Agencia en Chile (ECL), es una empresa filial de Codelco orientada a la solución de problemas ambientales relacionados con residuos mineros y además aporta valor económico a través de la recuperación de metales contenidos en dichos residuos.

Como parte del plan de ampliación de sus operaciones, EcoMetales Limited (ECL) desarrolló el proyecto Planta de Abatimiento de Arsénico y Antimonio y Disposición de Residuos (P-AAA), para tratar los polvos de fundición y efluente de refinera, los cuales poseen un alto contenido de arsénico (As) y antimonio (Sb). La Planta AAA considera procesar hasta 75.000 toneladas nominales de polvos de fundición y 350.000 m³ de descarte de refinera al año.

El objetivo de esta Planta es la precipitación en un compuesto estable de estos elementos (As y Sb) contenidos en el PLS generado por la etapa de lixiviación de polvos, de manera de retornar por una parte un PLS con bajo contenido de As y Sb a las instalaciones de la Planta de Tratamiento de Minerales en Pilas (PTMP) de la División Chuquibambilla (DCH) y por otra, obtener un residuo arsenical sólido (arseniato férrico), estable según la normativa ambiental vigente, denominado "escorodita", con un contenido de arsénico de 10,5 % y con una solubilidad inferior a 5 ppm. Estos residuos serán dispuestos en un depósito autorizado de ECL, ubicado a 1 km al sur de la Planta, el que también fue parte del Proyecto.

Para alcanzar el objetivo anterior, el Proyecto contempló modificaciones a las instalaciones existentes de la Planta de Tratamiento de Polvos (PTP) de ECL e incorporó el nuevo equipamiento del P-AAA propiamente tal.

ECL encargó a ARA WorleyParsons (AWP) el desarrollo del proyecto bajo un contrato EPCM. La ingeniería de detalles se basó en la ingeniería básica desarrollada anteriormente por HATCH y parcialmente por AWP (férrico) e Hidronor (depósito arsenical), a la que se introdujeron algunas modificaciones, siendo la más importante subir la capacidad de tratamiento de 65.700 a 75.000 toneladas de polvo al año.

1.2 **CONCLUSIONES PRINCIPALES**

El P-AAA tuvo en su desarrollo hechos positivos, así como también deficiencias, según lo siguiente:

- Entre las deficiencias estuvo el atraso en la ejecución del Proyecto, de 20 a 28 meses desde el inicio de la ingeniería de detalles o inicio del EPCM, lo que redundó en que el costo del Proyecto subiera de US\$ 65,8 millones, definido en la ingeniería básica, a US\$ 82,8 millones al final de su ejecución, de los cuales US\$ 6,5 millones fue por diferencia de tasa de cambio, por lo que el efecto propio de aumento de costo del Proyecto fue de US\$ 10,5 millones (Ver Capítulo 17.0).
- Lo destacable del P-AAA es que la Planta está en condiciones de producir un PLS limpio de As y Sb y un residuo de arseniato férrico o escorodita, como producto no peligroso y estable.

- El Proyecto permitió subir el estándar de la Planta (limpieza, segregación, etc.) y contar con un nuevo edificio administrativo moderno y de alta calidad, incluida una nueva sala de control y mejores edificaciones del sector centro y norte del "barrio cívico".
- En cuanto a la obtención de los permisos ambientales y sectoriales, el P-AAA permitió conseguir los permisos propios del Proyecto y además regularizar los permisos de la Planta existente, ya que al ser en su origen una planta piloto, no los tenía.
- Adicionalmente los trabajadores de ECL que participaron en él, "crecieron" profesionalmente, los de la Planta, al participar en un buen curso de capacitación y los demás al quedar con mayor experiencia en el desarrollo de proyectos industriales.

1.3 HITOS PRINCIPALES

Los hitos principales del P-AAA, fueron los siguientes:

- Inicio contrato EPCM
- Adquisiciones equipos críticos (OC's)
- Adquisiciones otros equipos y materiales
- Desarrollo ingeniería de detalles
- Entrega Capex y Opex con desarrollo parcial de ingeniería de detalles
- Aprobación Comité Auditoría y Directorio CODELCO
- Licitación de contratos construcción obras tempranas
- Licitación contratos construcción Planta y Depósito
- Construcción obras tempranas
- Construcción Planta y Depósito
- Puesta en marcha
- Ramp - up

En el Anexo A se indican las fechas de inicio y término de los hitos indicados.

1.4 LECCIONES APRENDIDAS Y ACCIONES CORRECTIVAS

1.4.1 LISTADOS

Se ha preparado un listado de lecciones aprendidas del proyecto, en el cual se indican además las acciones correctivas implementadas. Este listado se adjunta en el Anexo B de este documento. Cabe señalar que el anexo incluye el listado de lecciones aprendidas preparado

por el equipo de profesionales de AWP y ECL que trabajó directamente en el proyecto (febrero y junio de 2012) y otro posterior (agosto de 2012), que resultó de un taller donde participaron principalmente representantes de la Planta y de otras gerencias de ECL.

1.4.2 **DETALLES POR CAPÍTULOS**

A partir del Capítulo 3.0 y hasta el 17.0 del informe se incluye al final de éstos las principales lecciones aprendidas y acciones correctivas.

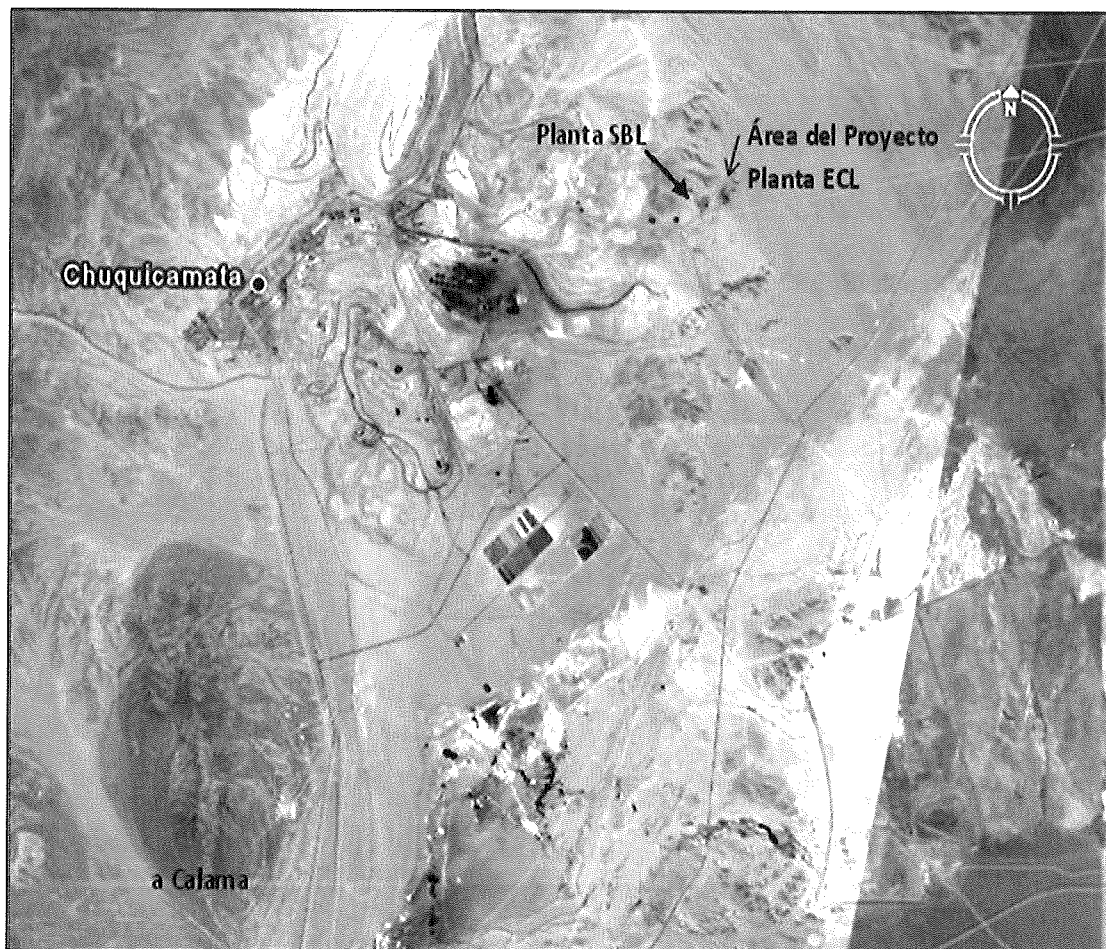
2.0 **DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y ALCANCE DEL TRABAJO**

2.1 **UBICACIÓN E INFRAESTRUCTURA**

2.1.1 **UBICACIÓN DEL PROYECTO**

El proyecto P-AAA se construyó principalmente al interior de la actual Planta de Tratamiento de Polvos (PTP) de ECL, planta que se encuentra en la Segunda Región de Antofagasta, provincia del Loa, en el Km 16,5 entre la ruta que une Calama con la División Radomiro Tomic, a 270 km de la ciudad de Antofagasta y a 1.650 km al norte de Santiago.

La planta ocupa un sitio de aproximadamente 14 Hectáreas, adyacente a la Planta de Sulfuros de Baja Ley de DCH, con acceso independiente, según se aprecia en la figura de la página siguiente.

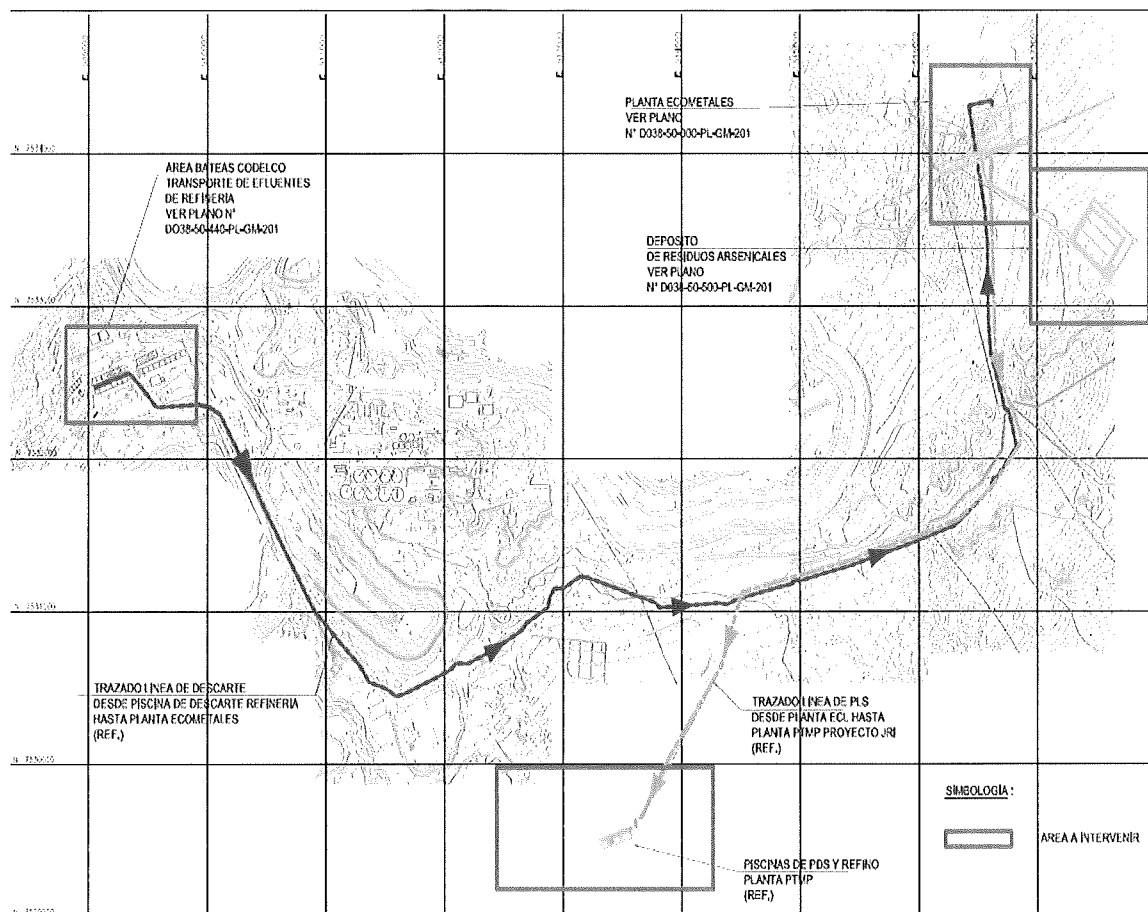


Hay tres instalaciones del P-AAA que no se encuentran al interior de la PTP y son:

- Línea de efluente de refinería: de 13 km aprox. y viene del sector de piscinas de Óxidos de DCH hasta ECL.
- Línea de PLS limpio: de 7 km aprox. y se bombea desde Planta ECL hacia PTMP de DCH.
- Depósito de residuos arsenicales: se ubica a 1 km aprox. al sur de la PTP.

En esquema de la página siguiente se muestran las tres instalaciones recién mencionadas.

PROYECTO PLANTA DE ABATIMIENTO DE ARSÉNICO Y ANTIMONIO, Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS



2.1.2 TOPOGRAFÍA Y CONDICIONES DEL SUELO

La topografía del lugar de las instalaciones de la planta está formada por pendientes suaves y sin variaciones bruscas en los niveles del terreno.

2.1.3 CONDICIONES AMBIENTALES

Ver datos en Anexo C.

2.1.4 INDUSTRIAS E INFRAESTRUCTURA EN LA ZONA

Ver Anexo D.

2.1.5 SERVICIOS DE PLANTA

Ver Anexo E.

Adicionalmente se incluyó en el EPCM de AWP las adquisiciones y gestión de la construcción y PEM de la nueva línea de PLS limpio a la PTMP de la DCH, cuya ingeniería de detalle fue desarrollada por la empresa JRI y terminada en Julio de 2010.

Durante el año 2010, ECL desarrolló e implementó un proyecto de Recirculación de Borrás para mejorar la recuperación de cobre en la etapa de lixiviación de los polvos de fundición. ECL contrató a la empresa ALQUIMIA para desarrollar la ingeniería y las compras del proyecto. Obviamente este proyecto produjo una "perturbación" en el desarrollo del P-AAA, ya que intervino equipos e instalaciones comunes entre ambos proyectos.

2.3 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

El Proyecto se dividió en diferentes áreas, las que incluyen las siguientes instalaciones que definen en cada caso el alcance físico de las obras.

- 000 General Planta ECL
- 010 Control Operacional
- 130 Lixiviación de Polvos de Fundición
- 150 Espesamiento y Filtración
- 180 Planta de Caliza
- 210 Manejo y Transporte de PLS
- 270 Manejo de Maxisacos
- 320 Suministro de Agua
- 330 Red de Incendio
- 340 Suministro de Aire
- 410 Planta Térmica
- 420 Almacenamiento y Manejo de Ácido Sulfúrico
- 440 Manejo y Transporte de Efluente de Refinería
- 450 Oxidación, Espesamiento y Abatimiento de Arsénico
- 470 Almacenamiento y Distribución de Peróxido
- 500 Depósito de Residuos Arsenicales
- 510 Preparación Férrico

En Anexo F se detallan los alcances de las obras ejecutadas para cada área del P-AAA.

3.0 ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO

3.1 ECOMETALES (ECL)

3.1.1 ORGANIZACIÓN

El Gerente General de ECL es Iván Valenzuela y el Gerente del Proyecto fue Italo Tapia.

El equipo del Proyecto de ECL estuvo formado como se indica a continuación:

- Gerencia de Proyectos:

Ingeniería

- Gerente de Ingeniería: Jorge Igor
- Disciplina Procesos: Iván García
- Disciplina Mecánica – Cañerías: Aldo Saavedra
- Disciplina Electricidad: Harnell Mahu
- Disciplina Instrumentación y Control: César Riquelme
- Disciplina Estructuras: Gonzalo Figueroa (asesor)
- Disciplina Arquitectura: Mario Correa (asesor)
- Disciplina Civil: Pedro Villablanca (asesor)
- Asesor Hidráulico: Agustín Martínez (asesor)

Adquisiciones

- Adquisiciones: Carlos López

Control

- Permisos: Carla Rodríguez
- Costos: Daniel Ruz
- Control de Documentos: Omar Curiñanco

Construcción

- Gerente Construcción: Jorge Igor
- Coordinador Sub-proyectos: Laura Pérez e Hipólito Salinas

- Inspector Técnico: Cristian Mardones

Gerencia de Tecnología:

- Gerente: Felipe Lagno
- Ramp – Up: Iván García y Bárbara Valdivia

Gerencia de Administración y Finanzas:

- Gerente: Fernando Navas
- Sub-gerente: Héctor Vera

Gerencia de Plantas:

- Gerente: Jorge Igor (a partir de Noviembre de 2011)
- Coordinador Planta: Pablo Medina y René Torres
- Coordinador Seguridad: Martín Cárcamo
- Coordinador Ambiental: Bárbara Rojas
- Mantención: Luis Symmes

Ver organigrama en Anexo G.

3.2 ARA WORLEY PARSON (AWP)

3.2.1 ORGANIZACIÓN

El Gerente de Proyecto EPCM, Eugenio Pimentel, fue el principal contacto con el gerente de ECL y se reportaba a la Gerencia General y a la Gerencia del área Minería de ARA WorleyParsons. Además se nombró a Ramón Urquiza como patrocinador (sponsor) de este proyecto por AWP.

Carmen Luz Castillo fue la Gerente de Ingeniería por AWP, quien reemplazó al gerente nombrado al inicio del Proyecto.

Los otros Gerentes que reportaron a Eugenio Pimentel, fueron Virgilio Perretta en Administración y Finanzas, Claudio Tramón en Construcción, Rolf Seemann en Adquisiciones, Ernesto Parodi en Programación, José Ovalle en Servicios y Marcelo Martí en Puesta en Marcha

AWP formó con ECL un equipo de proyecto integrado para ejecutar el trabajo.

3.3 STEERING COMMITTEE

En el Steering Committee del Proyecto participó por AWP, Elías Arze, Ramón Urquiza, John Small (reemplazado después por Daniel Barría) y Eugenio Pimentel y por ECL participaron Italo Tapia e Iván Valenzuela.

3.4 LECCIONES APRENDIDAS Y ACCIONES CORRECTIVAS

ECL: Mejorar comunicación entre Gerencia del Proyecto y Gerencia de Administración y Finanzas, para control de costos e información de la caja de ECL y con Gerencia de Planta para que operadores se sintieran más comprometidos con el Proyecto.

AWP: Falta de experiencia del equipo en EPCM y alta rotación de gerentes de construcción afectó al plazo de término del Proyecto. ~~El cuarto y último gerente de construcción de AWP, Daniel Pereira, fue un acierto por su conocimiento técnico y profesionalismo.~~

4.0 CONTRATO EPCM

4.1 TÉRMINOS DEL CONTRATO

4.1.1 OBJETIVO Y ALCANCE

El objetivo del servicio de EPCM, correspondió a los Servicios de Ingeniería, Asesoría Técnica, Adquisiciones y Administración de la Construcción, Asistencia durante la Puesta en Marcha, Pruebas de Rendimiento y Servicios Técnicos y Administrativos, inherentes a las instalaciones requeridas para ejecutar el Proyecto P-AAA. Los servicios específicos del Contratista EPCM, se describieron en detalle en las Bases Administrativas Especiales y Técnicas de Licitación del Proyecto emitidas por ECL.

AWP realizó, bajo el amparo de dicho contrato, todas las licitaciones correspondientes, lo que incluyó preparar listas de invitados, cursar invitaciones, recepcionar ofertas y evaluarlas, efectuando las recomendaciones de asignación, preparó y suscribió en calidad de Agente Mandatario las órdenes de compra, los contratos correspondientes, los que fueron aprobados previamente por el Gerente de Proyecto de ECL.

La preparación de las carpetas con los expedientes para tramitación de permisos fue parte del alcance de AWP y la obtención de los permisos y de las licencias para el Proyecto fueron tramitados directamente por ECL.

Las actividades principales relacionadas con los Servicios fueron realizadas por AWP mayoritariamente en Chile, y en el caso de asesorías o asistencias técnicas especializadas (por ejemplo inspecciones de fabricación de equipos en el extranjero) por intermedio de sus filiales internacionales de WorleyParsons, previamente aprobados por ECL.

Los Servicios se realizaron en conformidad con los documentos de la licitación respectiva y las condiciones de la oferta económica de AWP, fechada el 23 de noviembre de 2009, como también las aclaraciones posteriores enviadas por ECL y que formaron parte integrante del referido Contrato.

4.1.2 PLAZO

El Contrato fijó un plazo de 23 meses, contados desde el 01 de enero de 2010, fecha de inicio del EPCM y hasta el 30 de noviembre de 2011, para completar las siguientes actividades principales y dar término y puesta en ejecución del Proyecto (hay traslapo entre fases):

- Desarrollo Ingeniería de Detalles : 7 meses
- Adquisiciones : 15 meses
- Construcción : 9 meses
- Comisionamiento y Puesta en Marcha : 3 meses
- Ramp-Up : 3 meses

Durante el desarrollo del EPCM, hubo un retraso en los plazos causado por diferentes razones y por lo tanto las actividades de Ingeniería y Adquisiciones no se desarrollaron en los plazos programados, resultando finalmente en un período de 31 meses (con traslapo de fases), contados desde el 1 de enero de 2010 al 31 de julio de 2012 según lo siguiente:

- Desarrollo Ingeniería de Detalles : 10 meses
- Adquisiciones : 20 meses
- Construcción : 18 meses
- Comisionamiento y Puesta en Marcha : 7 meses
- Ramp-Up : 5 meses

4.2 **ACUERDO DE MODIFICACIÓN DE PLAZO Y PRESUPUESTO**

4.2.1 1era. EXTENSIÓN (2 meses)

Entre los meses de julio y septiembre del 2010, y de consenso entre AWP y ECL, se logró un acuerdo de extensión del EPCM, debido a eventos acontecidos a esa fecha que tenían impacto tanto en los costos como en el plazo. Ver Anexo J.

El acuerdo consistió en un nuevo plazo y monto del presupuesto del EPCM a ser considerado para los propósitos de aplicación de multas e incentivos, esto con el objeto de no distraer recursos y atención sobre ésta problemática, y así evitar el poner en riesgo las metas comunes del Proyecto.

En consecuencia se realizó una revisión al Programa del Proyecto y en la cual se estableció el término del Proyecto para enero 2012, es decir, un atraso de 2 meses con respecto a lo indicado en el Programa original, quedando según lo siguiente:

- Término Construcción: 31 de agosto de 2011
- Término de Puesta en Marcha: 31 de octubre de 2011
- Término de Ramp-up: 31 de enero de 2012

4.2.2 2da. EXTENSIÓN (2 meses)

La fecha del 31 de enero no se cumplió para terminar el Proyecto y posteriormente, en febrero de 2012, se realizó una nueva revisión del Programa considerando distintos factores que afectaron el cumplimiento de plazos como la emisión tardía de algunos diseños de Ingeniería, el atraso en la llegada de algunos suministros, problemas e interferencias surgidas durante la construcción y la entrega tardía de algunas áreas de trabajo por parte de Planta ECL, por lo que se establecieron las siguientes nuevas fechas:

- Término "Sustancial" de las Obras: 31 de enero de 2012
- Término de Puesta en Marcha: 29 de febrero de 2012
- Término de Ramp-up: 31 de marzo de 2012

4.2.3 3era. EXTENSIÓN (4 meses)

Debido a que el Proyecto no se terminó en la última fecha programada, se acordó a la salida consensuada del Proyecto del Contratista principal de Construcción, el Consorcio CyT, lo que ocurrió el 31 de marzo de 2012. No obstante, como todavía no se habían completado todas las obras, fue necesario concluir los trabajos pendientes con varios contratistas menores de construcción. A lo anterior hay que agregar problemas técnicos con algunos equipos presentados durante la Puesta en Marcha (planta de osmosis inversa, caldera, espesador y daños en reactores y estanques existentes que debieron ser reparados), las fechas finales del P-AAA fueron las siguientes:

- Término de la Construcción: 31 de julio de 2012
- Término de Puesta en Marcha: 31 de mayo de 2012
- Término del Ram-Up: 31 de julio de 2012

4.3 LECCIONES APRENDIDAS Y ACCIONES CORRECTIVAS

- El plazo considerado para la construcción de 9 meses fue optimista, debió haber sido al menos 14 meses para un proyecto de este tipo, por todos los atrasos en cumplimiento de llegada de equipos y materiales a terreno, que son comunes en el presente y por tratarse de un proyecto "brown – field" con las restricciones propias de una planta en operaciones.
- A su vez el Proyecto se programó en 20 meses (a partir de la ingeniería de detalles) y debió haber sido la programación de 24 meses.

5.0 PLAN DE EJECUCIÓN (PEP)

En el Plan de Ejecución del Proyecto (PEP), documento N°D038-98-000-PM-201 (se encuentra en Control Documental de ECL) se indican los objetivos del Proyecto y se establecieron los caminos y estrategias que se usarían para lograrlos. El PEP fue publicado en Share Point de AWP, sitio web del Proyecto, para su mejor difusión, para que además sirviera de inducción y guía para cada miembro del equipo.

A continuación se indican las principales desviaciones resultantes respecto a dicho Plan, especialmente examinando los factores que incidieron mayormente en las variaciones de costos y plazo:

5.1 INGENIERÍA

El Proyecto ~~tal como fue terminado~~, tuvo un aumento en las cantidades de obras ^{definidas} ~~determinadas~~ en la etapa de Ingeniería Básica.

Las causas de los crecimientos son variadas, entre las cuales se pueden destacar las siguientes:

- Mejoras introducidas al Proyecto.
- Insuficiencias en la Ingeniería Básica.
- Modificaciones por Proyecto de Recirculación de Borrás de la PTP.

5.1.1 MEJORAS INTRODUCIDAS AL PROYECTO:

Previo al inicio de los servicios de revisión de la ingeniería básica, se decidió en función de las proyecciones del Plan Minero de CODELCO, subir la capacidad nominal de tratamiento de la planta a 75.000 t/a, en lugar de las 65.700 t/a consideradas originalmente, lo que cambió todos los flujos de proceso exigiendo la revisión y actualización de los balances de masa para la nueva capacidad.

Se incorporaron además algunas mejoras al proceso a nivel operacional, debidamente respaldadas a nivel piloto, que exigieron modificar algunos de los diagramas de flujo de la ingeniería básica y su revisión a través de los parámetros y criterios de diseño de proceso.

A nivel de proceso no se encontraron problemas con los cambios, pero fue necesario considerar una serie de modificaciones, algunas de las cuales se listan a continuación:

- Incorporación de una nueva planta de manejo y tratamiento de maxisacos.
- Incorporación de un nuevo estanque de repulpeo para polvos que arriban en camiones tipo cementeros.
- Se incorpora línea de agua de recirculación de segundo lavado del filtro de presión y estanque de acumulación de agua de proceso.

- Se agregó un intercambiador de calor tipo espiral para enfriar el PLS limpio (de 80°C a 40°C).
- Se incorporó estanque de traspaso de PLS limpio y bomba de impulsión.
- Se construyeron dos nuevas piscinas de acumulación para el PLS limpio, con su sistema de bombeo.
- Se habilitó una nueva sala de control, en el sector norte del 2do. piso del nuevo edificio de oficinas.
- Nuevo camino de acceso a Planta (desvío antes de Planta SBL de DCH).
- Alimentación eléctrica a equipos y trabajos en piscinas de Planta de Óxidos ubicados en el área industrial de DCH (originalmente en alcance de DCH).

5.1.2 INSUFICIENCIAS EN LA INGENIERÍA BÁSICA:

En el proceso de la ingeniería de detalle, los diseños se fueron "enriqueciendo", incorporando mejoras, por motivos de facilidad de operación o mantención.

Ejemplos en este sentido entre otros son: la ingeniería básica no consideró ningún recubrimiento de hormigones del tipo "stud-liner"; se incorporaron tecles, bombas de derrames y duchas lava – ojos.

En la medida que la Ingeniería Básica no alcanza un grado adecuado de desarrollo, pueden producirse errores en las estimaciones paramétricas que se hacen, lo que parece haber sido el caso de las disciplinas Cañerías y Civil / Estructuras (acero y hormigón).

Todos los aumentos de cantidades van aparejados a un aumento de los diseños necesarios, y toda la cadena siguiente: más ingeniería, más adquisiciones, más tráfico y logística, más construcción, más administración y más necesidad de control.

Algunos conceptos del Plan de Ejecución probaron ser no adecuados. Entre los más importantes se encuentran:

Levantamiento topográfico

Se requirió incluir las actividades de topografía (levantamientos del terreno, instalaciones existentes, análisis de información), con las dificultades que impone la movilización de un contratista al interior de la Planta de ECL que están en operación y especialmente en las instalaciones de DCH, con todo lo complejo de ingresar a personal externo y sus instrumentos.

Cubicaciones de materiales a granel

La cubicación de estos materiales fue lenta y tardía, y se produjo un atraso en la compra de estos materiales y sus cantidades fueron aumentando a medida que se desarrollaba la ingeniería de detalles. Faltó experiencia de los diseñadores en los requerimientos de un EPCM

Falta de información as built de instalaciones existentes

Durante el desarrollo de la ingeniería de detalles fue necesario realizar levantamientos a las instalaciones existentes, al no contar con información de planos as built de la PTP. Esto debió haberse realizado en la etapa previa para evitar modificaciones en la ingeniería básica por este concepto.

5.1.3 MODIFICACIONES POR PROYECTO DE RECIRCULACIÓN DE BORRA DE LA PTP

Durante el año 2010 se llevó a cabo en paralelo este proyecto por ECL y afectó al desarrollo de la ingeniería del P-AAA en las áreas existentes, porque hubo que compatibilizar el dimensionamiento de nuevos equipos, cañerías, electricidad y control para que sirviera en condiciones operacionales de ambos proyectos.

5.2 **ADQUISICIONES**

En el quinto mes del proyecto, el departamento de Adquisiciones de AWP fue cambiado completamente debido a la renuncia del grupo asignado originalmente al Proyecto, el que emigró a otra empresa de ingeniería.

El equipo de Adquisiciones tuvo un recargo de su trabajo por el aumento de las requisiciones las que de 40 estimadas originalmente en la ingeniería básica subieron sobre 100 (sin incluir compra de elementos menores), lo que incidió en mayor número de Órdenes de Compra y las posteriores órdenes de cambio que requirieron. Al avanzar la ingeniería de detalles fueron agregándose equipos y materiales que no se identificaron a nivel de ingeniería básica (lo que es usual en los proyectos).

Otro elemento significativo en el aumento en la carga de trabajo del equipo de Adquisiciones, fue el poco interés demostrado por algunos proveedores en cotizar, el envío de ofertas incompletas y faltantes de información, aunque se les indicaba en detalle los requerimientos y en algunos casos la cantidad de proveedores invitados a participar de la licitación fue extensa, lo que significó un trabajo adicional al presupuestado.

Es conveniente destacar que el trabajo de Adquisiciones fue un punto alto en el Proyecto, sólo a modo de ejemplo, cabe señalar que las inspecciones de las compras en el extranjero, se ejecutaron en forma oportuna y eficiente, dentro del presupuesto y con un valor por hora fijo que incluyó todos los gastos de viaje y estadía.

Lo que sí tuvo impacto negativo al Plan de Ejecución fue el atraso en las entregas comprometidas de algunos proveedores, lo que requirió de esfuerzos especiales de inspección y activación, y aún así, no se logró el objetivo. Los más atrasados fueron Outotec, con la entrega del molino de bolas (106 días adicionales), Maestranza Socometal, con la entrega de estructuras metálicas y calderería (158 días adicionales) y PEIDE, con la orden de la ampliación de la sala eléctrica N°3 (133 días adicionales).

5.3 CONSTRUCCIÓN

El trabajo para el equipo de Administración de Construcción tuvo un aumento, por el incremento ya descrito por nuevas obras y por mayores cantidades de obra en partidas obtenidas en la ingeniería básica, pero además, por otros factores que se explican a continuación.

En primer lugar, el número de contratos administrados por el equipo de construcción aumentó de 6 en el Plan a 10 (sin considerar los contratistas menores de término de construcción). De inmediato se puede apreciar el impacto en toda la cadena de actividades, desde administración de contratos, hasta administración y finanzas, pasando por seguridad, construcción, control de proyectos, ingeniería de terreno, relaciones laborales, etc.

Algunos factores en el aumento del número de contratos fueron la conveniencia de dividir partes por motivos operacionales, o comerciales, o sencillamente porque algunos contratistas no respondieron, en calidad o en plazo, siendo necesaria la reasignación de partes del trabajo.

Motivos adicionales de recarga en el trabajo del equipo de terreno lo constituyó las deficiencias observadas en el contratista de la obra, CyT. Entre los aspectos más deficientes observados se cuentan los de la oficina técnica, personal de control de proyecto, en especial de programación.

El Consorcio CyT (Claro Vicuña Valenzuela y Tecnasic), no tuvo un buen desempeño en los trabajos electromecánicos ejecutados por Tecnasic, empresa que en el transcurso del Proyecto tuvo problemas entre sus socios, que derivó en el alejamiento de su socio y Gerente General.

También fueron desviaciones al Plan de Ejecución, inconvenientes o cambios introducidos por las operaciones de la PTP y por terceros (incluidos DCH). Entre éstos está el atraso en la entrega de algunas áreas de trabajo, la permanente interferencia con la Planta en operación, el re-ruteo de cables eléctricos y atrasos en obtener una servidumbre de paso (con CONACSA) de parte importante de la nueva línea de PLS.

5.4 PEM

En el Proyecto se resolvieron problemas de operación con diferentes suministros, donde los más complejos fueron:

- Planta de Osmosis: se requirió cambio del tipo de membrana de los filtros, entre otros motivos por resultar el agua industrial de calidad inferior a lo presupuestado al inicio del Proyecto.
- Caldera de Vapor: después de cerca de 2 meses se pudo resolver el problema con el no funcionamiento del MBS ("Master Burner System") que impedía operar la caldera.
- Espesador: además del cambio de parte inferior del eje por estar deformado, se debió reponer las juntas de goma del sello interno de las uniones apertadas del equipo.

6.0 **SEGURIDAD**

6.1 **POLÍTICA**

El equipo del P-AAA estuvo y está convencido que todos los accidentes se pueden evitar. Consecuente con ello, se comprometió a cumplir y mantener la política de "Cero Accidentes y Cero Daño", mediante prácticas de mejoramiento continuo.

En el equipo hubo conciencia de que no existe un trabajo bien ejecutado si ocurren accidentes que afectan la salud y el bienestar de sus trabajadores, o si se produjeron daños a las instalaciones, materiales y equipos o si se comprometieron daños al medioambiente.

La Administración del Riesgo en el Proyecto, se realizó por medio de la aplicación de reglamentos, estándares y normas establecidos por ECL y programas y procedimientos de AWP. Al iniciar cada uno de los procesos conducentes a generar un contrato, a cada proponente se le dio a conocer las normas y estándares a aplicar en el Proyecto con:

- Normas Legales
- Normas de ECL.
- Estándares de Construcción AWP.

Este requerimiento se reconfirmaba una vez adjudicado el Contrato, donde cada una de las empresas contratistas, dentro de sus documentos, complementaba lo indicado anteriormente.

El Proyecto tuvo su desarrollo en terreno en la etapa de construcción entre septiembre 2010 y marzo del 2012. Con posterioridad a la fecha indicada, se trabajó en terminaciones de algunos contratos, sus pruebas y resolución de temas pendientes incluidos en el Punch List, los que se terminaron mayoritariamente al 31 de julio de 2012.

Durante el mes de septiembre del 2010 se hicieron presentes las Empresas Ecomet, CyT y Disal, encargadas de la construcción del nuevo edificio de oficinas, de movimientos de tierra y montaje electromecánico y del montaje de la planta de tratamiento de aguas servidas respectivamente. El trabajo en terreno llegó a un peak de 783 trabajadores en el mes de mayo del 2011.

6.2 **NORMAS Y ESTÁNDARES**

Entre las Normas y Estándares aplicados se destacan:

- NCC 24; Norma Corporativa Codelco. Referida al reconocimiento de los peligros y evaluación de impactos a que se exponen las personas, el medio ambiente, la comunidad del entorno y los bienes físicos, a causa de los proyectos que se desarrollan en instalaciones relacionadas con Codelco-Chile y la adopción de medidas preventivas que tengan como finalidad el control de estos riesgos.

Corregido a
Construcción?
5.3

- OSHAS, Normas de seguridad. Referidas al cumplimiento del sistema de gestión en seguridad y salud ocupacional sobre la identificación de peligros y tratamiento de los riesgos a través del cumplimiento de la normativa actual aplicable.
- NEO, Normas de estándares operacionales
- NECC, Normas de estándares código de colores
- NEL, Normas de estándares legales
- Estándares de AWP
- Procedimientos de trabajo
- Instructivos de trabajo
- Reglamentos Internos de Higiene y Seguridad de empresas contratistas

6.3 RESULTADOS EN HSE

El trabajo del departamento de HSE del P-AAA, que incluyó a las especialistas de AWP y ECL Planta se basó en generar un trabajo en equipo, con las empresas colaboradoras y su personal, desarrollando sistemas de seguridad, procedimientos, estándares, instructivos que permitieron ser preventivos, reduciendo la ocurrencia de sucesos no deseados.

Cabe destacar que dichos logros también se vieron reflejados en resultados de auditorías internas a cada una de las empresas colaboradoras, existiendo siempre la capacidad de demostrar un mejoramiento continuo en el desarrollo de las actividades.

Lo anterior se refleja en los resultados estadísticos obtenidos por el equipo de trabajo del Proyecto, que existieron empresas colaboradoras del Proyecto con índices de frecuencia CERO, demostrando que las metas de CERO ACCIDENTE pueden ser cumplidas con un trabajo planificado y organizado.

Se realiza la participación de los trabajadores en el programa de Reportabilidad, quienes con su aporte fortalecieron la gestión, convirtiéndose en una herramienta positiva para la seguridad de sus pares, empresas y para el Proyecto. Para lograr un mejoramiento continuo en el Programa de Reportabilidad y en la seguridad de una empresa, es necesario examinar las debilidades del sistema y transformarlas en fortalezas para la optimización de la gestión.

Cabe mencionar que en un proyecto de construcción, el dinamismo de éste es tal que se hace necesario ir incorporando nuevas alternativas para llegar a los resultados propuestos. Dentro de esas alternativas podemos considerar las siguientes:

- Capacitaciones específicas de acuerdo a los requerimientos de terreno y a los avances de faena que se irán dando a través del tiempo (van cambiando las especialidades en terreno).

- Seguimiento diario a las acciones de los trabajadores y solución a tiempo de los potenciales riesgos detectados.
- Conocer inquietudes de los observadores, análisis semanal de la información entregada por los trabajadores y tender a resolverlas con prontitud.
- Gestionar o programar actividades de motivación con los trabajadores y las líneas de mando (reunión de camaradería, obras de teatro con énfasis en la seguridad, incentivos, etc.)

Accidentes

A pesar de todo el esfuerzo del equipo profesional del P-AAA se tuvieron 2 accidentes con tiempo perdido en la etapa de construcción, uno en noviembre de 2010 con un trabajador de la empresa DISAL (fractura de pie) y uno en julio de 2011 con trabajador de CyT (corte en muslo en derecho).

6.4 LECCIONES APRENDIDAS Y ACCIONES CORRECTIVAS

- A lo largo del Proyecto el equipo profesional debe mantener como prioridad cuidar de la seguridad de todo el personal involucrado en éste y el cuidado del medio ambiente.
- Todos los participantes deben entender que la seguridad no es sólo responsabilidad de los profesionales del área, sino que de cada persona involucrada en el Proyecto, partiendo por el auto cuidado.
- No deben aceptarse excepciones a los estándares de seguridad definidos en ECL en cuanto a procedimientos, calificación del personal, y requisitos para vehículos, maquinarias y equipos de trabajo.

7.0 PERMISOS

7.1 TRABAJO DESARROLLADO

Tal como fue solicitado a AWP por la Gerencia del Proyecto de ECL en la reunión de inicio del EPCM (fines de diciembre de 2009), el Proyecto presentó los antecedentes a tiempo a las diferentes autoridades para solicitar los permisos sectoriales, dado que ya se contaba con la autorización ambiental (RCA 0084/2009.).

Un rol fundamental fue el trabajo en equipo desarrollado por ECL Proyectos, ECL Planta y AWP (Ambar S.A.) para gestionar y obtener las autorizaciones requeridas para la construcción, operación y funcionamiento de la Planta. El trabajo conjunto consistió en:

- Tramitación de permisos, preparación de expedientes y carpetas de permisos ambientales complementarios a la RCA y los permisos sectoriales.
- Verificación, durante las fases de diseño y construcción del cumplimiento de compromisos medio ambientales.

- Seguimiento de cumplimiento del Plan de Protección Medio Ambiente.

Los permisos o autorizaciones necesarias de conseguir fueron 192, como se indican en la siguiente tabla:

ORGANISMO	Nº DE PERMISOS	APROBADO	EN TRAMITE	PENDIENTE
SEA	7	7	0	0
DCH	29	28	0	1
FCAB	1	1	0	0
DGA	2	1	1	0
DOM	66	45	18	3
DV(MOP)	2	2	0	0
SAG	2	2	0	0
SEC	39	22	11	6
SEREMI DE SALUD	37	30	3	4
SERNAGEOMIN	7	6	1	0
TOTAL	192	144	34	14

Como la PTP de ECL no tenía permisos de la DOM y SEC por haber partido como una planta piloto, se acordó con la autoridad en regularizar esta situación en paralelo con los permisos del P-AAA.

Cabe señalar que la información de los permisos obtenidos del P-AAA se ha subido a la intranet de ECL.

7.2 LECCIONES APRENDIDAS Y ACCIONES CORRECTIVAS

En el P-AAA este tema tuvo un alto desempeño. Tanto los profesionales de AWP como los de ECL encargados de los permisos, trabajaron como equipo y en forma ordenada y metódica.

8.0 CAPACITACIONES

8.1 POR EMPRESA JHG INGENIERÍA

El "Programa de Capacitación para Operadores y Mantenedores del P-AAA", fue desarrollado por la empresa JHG Ingeniería Térmica y tuvo como objetivo entregar los conocimientos necesarios para que los trabajadores nuevos y existentes conocieran y comprendieran las funciones de operaciones y mantenimiento de los procesos de la nueva Planta AAA.

El programa de Capacitación se desarrolló entre el 02 de junio y el 25 de octubre de 2011 (fecha de la última evaluación) y contempló clases en Planta ECL y en Calama. En el examen final se dio una opción recuperativa para quienes no alcanzaran el 80% del nivel de aprobación.

El Programa de Capacitación se estructuró en 4 Bloques de Contenidos, de manera consistente con las semanas de interacción programadas con los grupos de trabajadores incluidos en el programa.

BLOQUE N°	CONTENIDOS
1	Descripción general del proceso
	Descripción específica de los procesos
	Fundamentos conceptuales
2	Disposición de equipos en Planta
	Análisis constructivo de equipos áreas 130/150/270
	Introducción a filosofía de operación y control
3	Análisis constructivo de equipos áreas 180/210/320/340/410/420/440/450
	Filosofía de operación y Control áreas 130/150/270
	Reforzamiento filosofía de operación
4	Análisis constructivo de equipos áreas 470/500/510
	Filosofía de operación y Control áreas 180/210/320/340/410/420/440/450/500/510
	Curso de caldera
	Análisis de causa-efecto

Como parte de la capacitación de JHG, se realizó además un curso específico para seleccionar y calificar a los operadores de la caldera. Como resultado del curso de caldera (planta térmica), se logró la inscripción de 5 operadores ante la Seremi de Salud de Antofagasta, cumpliendo así con lo solicitado por la autoridad. Adicionalmente ECL Planta está retomando con JHG el curso de calderas para aumentar los operadores certificados de la caldera. Informe final de la capacitación se encuentra en documento Informe de Cierre – "Programa de capacitación para operadores y mantenedores de P-AAA", de JHG, de noviembre de 2011.

8.2 POR VENDORS

Adicionalmente representantes de los proveedores o "vendors" de los equipos principales impartieron en la etapa de la PEM, capacitación a los operadores y mantenedores de Planta ECL en los respectivos equipos que suministraron.

8.3 LECCIONES APRENDIDAS Y ACCIONES CORRECTIVAS

Otro punto alto en el P-AAA fue la capacitación dada por la empresa JHG. ~~No obstante, a pesar de los esfuerzos desplegados,~~ parte del personal de operaciones no participó plenamente en los cursos por interferencias con su trabajo (turnos, descansos, etc.). Si los nuevos trabajadores contratados hubieran sido capacitados con mayor anticipación, podrían haber reemplazado a los trabajadores existentes en la operación y mantención de la Planta para que los trabajadores existente hubieran tenido más disponibilidad de tiempo.

pero que no fue suficiente mente aprovechado por los trabajadores antiguos

9.0 GERENCIA Y ADMINISTRACIÓN

9.1 RECURSOS

Para el proyecto se ejecutaron las siguientes acciones en cuanto a recursos:

- Provisión oportuna de los recursos humanos y los recursos materiales.
- Provisión y mantención del espacio de oficinas y su equipamiento en AWP, para el personal propio y una oficina "de paso" para el personal de ECL. Esto incluyó todo el equipamiento computacional, muebles, logística y servicios necesarios para el desarrollo del trabajo.
- Para el personal ECL Proyectos se instalaron oficinas en el sector norte del piso 17, en Nueva de Lyon 72.
- En la etapa de construcción se habilitaron en Planta PTP, oficinas provisorias en base a containers y después el equipo del Proyecto se instaló en las oficinas existentes de la Planta, una vez que el personal de ésta se cambió al nuevo edificio de oficinas.

9.2 PLAN DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO

- Desarrollo y mantenimiento del Plan de Ejecución del Proyecto (PEP), documento N° D038-98-000-PM-201 el que fue usado como herramienta de inducción al Proyecto, así como de coordinación y orientación para todo el personal participante. Ver capítulo 5.0.

9.3 PLAN DE CALIDAD

- Desarrollo y actualización del Plan de Calidad del Proyecto, usado como herramienta de inducción así como de coordinación, para el personal participante en las actividades relacionadas con la ingeniería, adquisiciones y administración de la construcción.

9.4 REUNIONES

- Se realizaron diversas reuniones de trabajo, documentándolas. En Santiago se realizaron las reuniones semanales de gerencias de AWP y ECL, para analizar la gestión del Proyecto y después se trasladaron a terreno donde se incluyó al contratista de construcción, el Consorcio CyT.

9.5 ARCHIVO

- Establecimiento de un sistema de archivo y resguardo de toda la correspondencia e información de planos y documentos, coordinándose en las unidades de Control de Documentos de AWP y ECL.

9.6 CONTROL DE RIESGOS

- Preparación y difusión del programa de Control de Riesgos orientado a las personas, equipos, materiales y medio ambiente y participación en actividades de difusión, tomando las acciones correctivas que se requirieron. En terreno se incluyó a los profesionales de seguridad de Planta ECL y a los representantes de CyT y otros contratistas menores. Ver capítulo 6.0.

9.7 INFORMES

- Emisión de los informes requeridos tanto al interior del proyecto, como para el Steering Committee y para el Directorio de ECL.
- Preparación del informe de "Lecciones Aprendidas", incluyendo todas las fases del Proyecto. Ver acápite 1.3.

9.8 LECCIONES APRENDIDAS Y ACCIONES CORRECTIVAS

- Faltó mayor experiencia en algunos gerentes de AWP para el desarrollo del EPCM y además hubo alta rotación de éstos: 2 en Ingeniería, 3 en Adquisiciones, 2 en Servicios y 4 en Construcción.

10.0 CONTROL DE PROYECTO

10.1 PROGRAMACIÓN

- A partir del programa maestro del Proyecto, se preparó un programa detallado incluyendo los enlaces e hitos de las actividades de ingeniería, adquisiciones, contratos de construcción y PEM.
- Durante la fase de construcción del Proyecto no se contó con un programa y control eficiente, lo que impidió conocer en forma realista el término de la construcción.

10.2 COSTOS

- A partir del presupuesto de inversión estimado en la ingeniería básica (CAPEX), preparación de un presupuesto de control cuando la ingeniería de detalles completó un 40% de avance.
- Establecimiento de un programa de tendencias de costos y plazos, a partir del presupuesto y del programa, como herramienta de detección de desviaciones.
- Debido a la extensión del plazo de la fase de construcción los costos del proyecto aumentaron por sobre el presupuesto. Adicionalmente influyó la baja del valor del dólar durante el periodo de implementación del Proyecto. Ver capítulo 17.0.

10.3 INFORMES DE AVANCE

- Preparación y emisión de los reportes de avance y comunicaciones del Proyecto, en forma semanal y mensual.
- El informe mensual incluyó las siguientes secciones:
 - Resumen Ejecutivo: destacaba el estado del Proyecto al mes anterior.

- Seguridad: tablas y gráficos de detalles con el desempeño de los participantes.
- Estado del Proyecto: presentación de una página del estado del Proyecto al mes anterior, incluidos los costos por porcentajes de trabajos de ingeniería y construcción completados, comprometidos y gastados.
- Resumen de Hitos: lista de los principales hitos, con fechas programadas, proyectadas y reales.
- Recuentos de Avance: hechos principales y estado de avance.
- Actividades realizadas: durante el periodo, por cada disciplina.
- Actividades a realizar: durante el periodo siguiente, por cada disciplina.
- Información de Costos y Compromisos: informe resumido de costos y cumplimiento de las actividades de cada gerencia y unidad, los gastos y el resumen del estado de los contratos.
- Curvas de Avance de Ingeniería: del mes que se informaba.
- Estado de los Productos de Ingeniería: planos y documentos emitidos.
- Control de cambios: si se presentaban
- Áreas de Preocupación: Breve lista de las áreas de preocupación acerca del Proyecto en el momento de preparación del informe.
- Durante la etapa de construcción se prepararon además informes semanales de avance.

10.4 LECCIONES APRENDIDAS Y ACCIONES CORRECTIVAS

- AWP no contó con profesionales de experiencia en programación y control de costos, lo que influyó en tener un mejor control en el plazo y costo del Proyecto.
- En futuros proyectos se debe contar con profesionales de experiencia en estas especialidades, o al menos contar con asesores con probada eficiencia.

11.0 INGENIERÍA

11.1 INTRODUCCIÓN

La revisión de la ingeniería básica como parte del inicio del Proyecto EPCM se realizó entre enero y marzo de 2010.

Las ingenierías revisadas fueron las siguientes:

- Ingeniería Básica Planta AAA, desarrollada por Hatch Ingenieros.

- Ingeniería Básica Proyecto Botadero para Residuos Mineros Masivos de Planta ECL, desarrollada por Hidronor.
- Ingeniería Básica Planta de Generación de Sulfato Férrico a partir de Magnetita, desarrollada por ARA WorleyParsons S.A.
- Estudio Factibilidad Proyecto AAA, Ecometales Limited.

Las tres ingenierías básicas desarrolladas corresponden al diseño de las instalaciones para el abatimiento de arsénico y antimonio, lixiviación de magnetita para generación de sulfato férrico y el diseño de un botadero para residuos mineros masivos. Estas ingenierías fueron desarrolladas para una capacidad nominal de 65.700 t/a de polvos de fundición y 355.400 m³ de solución de descarte al año y una sensibilización para 40.000 t/a de polvos (opción descartada).

El estudio de factibilidad realizado por ECL, integró las 3 ingenierías básicas mencionadas. Además previo al inicio de los servicios de revisión de la Ingeniería Básica (Fase 1) se decidió que la capacidad nominal de tratamiento de la planta sería 75.000 t/a, lo que cambió todos los flujos del proceso exigiendo la revisión detallada y actualización de los balances de masa para la nueva capacidad.

En forma paralela al Proyecto, ECL desarrolló los siguientes sub-proyectos, los que siendo positivos para la operación, impactaron al desarrollo de la ingeniería del P-AAA.

- Servicio EPCM "Proyecto Aumento de Recuperación de Cobre", desarrollado por la empresa Alquimia. AWP fue el encargado de la revisión del proyecto de Ingeniería.
- Ingeniería de Detalles, para el "Sistema de Conducción de PLS desde ECL a PTMP", para cuyo desarrollo ECL contrató los servicios de JRI Ingeniería S.A. (JRI). Se incluyó en el EPCM de AWP la preparación de documentos para la adquisición de equipos y posterior manejo de la construcción.
- ECL subcontrató los servicios de Upgrade de la Planta de Floculante, adaptándola a las nuevas condiciones de operación exigidas por el P-AAA. AWP procedió con la revisión del proyecto de Ingeniería.

El enfoque global del P-AAA consideró un plazo de ejecución total de 23 meses desde el inicio del Contrato EPCM (incluido 3 meses de revisión y adaptación de la i. básica) hasta el ramp-up.

El Plan de Ejecución del Proyecto consideró comenzar las actividades con la preparación de las especificaciones de los equipos críticos de largo plazo de entrega, con la preparación de los documentos para cotización de éstos y con la preparación en forma temprana, de las bases de llamado a propuesta de los contratos de movimientos de tierra y de obras civiles y del montaje estructural y electromecánico, de forma de permitir un inicio temprano de las actividades de construcción, estas bases se prepararon con la información de ingeniería disponible a la fecha (40% de avance de la ingeniería de detalle a junio de 2010).

Cuando la ingeniería de detalles llegó al 50% de avance se realizó un Taller HAZOP para detectar riesgos operacionales.

11.2 PLANOS Y DOCUMENTOS

11.2.1 DOCUMENTOS

La cantidad de documentos preparados durante el proyecto por cada disciplina se detalla en la Tabla 11.2.1.

Tabla 11.2.1: Documentos Desarrollados

Disciplina	Criterios de Diseño	Especif. Técnicas	Requisic. Materiales	Evaluaciones Técnicas	Hojas de Datos	Memorias de Cálculo	Listado Materiales y Otros	Total
Procesos	7	-	2	1	29	5	1 (*)	45
Civil	1	5	-	0	-	3	-	9
Estructuras	1	4	3	1	-	28	-	37
Arquitectura	1	4	1	-	-	-	-	6
Cañerías	1	14	29	19	24	10	4	101
Mecánica	1	27	30	22	37	1	1	119
Electricidad	1	13	18	12	6	3	4	57
Ins y Control	1	14	22	22	19	-	15	93
Total	14	81	105	77	115	50	25	467

(*) Manual de Operación.

11.2.2 PLANOS

Los tipos de planos desarrollados por las distintas disciplinas, sin incluir la preparación "como construido" (as built) se detallan en la Tabla 11.2.2.

Tabla 11.2.2: Planos desarrollados

Disciplina	Tipo de Plano	Cantidad de Planos
Proceso	Diagramas de flujo	15
	Diagramas de bloque	6
	Subtotal Proceso	21
C/E/A	Civil	36
	Concreto	130
	Acero	85
	Arquitectura	66
	Sanitario	37
	Subtotal C/E/A	354
Mecánica	Layout	3
	Disposición general	58
	Diseño	25
	Subtotal Mecánica	86
Cañerías	Disposición general	100
	Isométricos	168
	P&ID	37
	Subtotal Cañerías	305
Electricidad	Diagramas de cableado elemental	91
	Detalles de montaje	14
	Canalización y cableado	21
	Diagramas unilineales	22
	Disposición general – Canalizaciones y alumbrado	13
	Malla de tierra	1
	Simbología	1
	Subtotal Electricidad	162

Disciplina	Tipo de Plano	Cantidad de Planos
Instrumentación y Control	Diagramas de arquitectura	14
	Diagramas del lazos de instrumentos	2
	Canalizaciones	3
	Interconexiones	13
	Sala de control	6
	Diagramas lógicos	3
	Montaje de instrumentos	20
	Layout canalizaciones fibra óptica	1
	Subtotal Instr. y Control	62
TOTAL PLANOS		990

11.3 PARTICIPACIÓN DE INGENIERÍA EN CONTRATOS

Ingeniería participó en la preparación de la documentación necesaria para la licitación de cada contrato:

- Bases Técnicas, documento que describe el alcance de los trabajos
- Bases de Medición y Pago, describe por especialidad lo que incluye cada partida
- Planos y Documentos para el Contrato
- Propuesta Técnica y Comercial – Listado de Partidas

11.4 LECCIONES APRENDIDAS Y ACCIONES CORRECTIVAS

- Ingeniería debe trabajar coordinadamente con Adquisiciones, en especial en lo relativo a la información intercambiada con los proveedores o vendedores. La recepción debe ser a tiempo, para ser usada en los diseños de la ingeniería de detalles y la devolución de la información debe ser según fechas comprometidas, para no dar motivos a los proveedores de atrasarse en la entrega de sus equipos.
- El equipo de Ingeniería debe siempre tener presente que los planos y documentos que se desarrollan son para comprar a tiempo los equipos y materiales y para que la empresa constructora los reciban en terreno con suficiente anticipación y con la información justa y necesaria para construir.

- En proyectos industriales la especialidad mecánica debe ser la que coordine a todas las otras especialidades, para que el Proyecto sea concebido como un todo "armónico"; por ejemplo desarrollar el lay-out de la planta con todos los edificios, espacios y tránsito de manera ordenada.

12.0 ADQUISICIONES

12.1 ORGANIZACIÓN

La organización de Adquisiciones para el EPCM estuvo compuesta por un gerente de adquisiciones, 4 compradores, 1 activador (control de la calidad, control de pago y tráfico y logística) y 1 control de pago a fin de proyecto. Su base de trabajo fue en las oficinas del proyecto de AWP en Santiago, tanto para la etapa de desarrollo de la ingeniería como para la etapa de construcción.

Además hubo un encargado de SmartPlan Material (SPM) parcial y una secretaria cuyas funciones incluyeron el llevar el archivo del Proyecto en lo que respecta a Adquisiciones.

La Gerencia de Adquisiciones fue responsable de las siguientes funciones:

- Compras
- Activación
- Inspecciones de calidad a los proveedores
- Tráfico y logística
- Contratos

Entre las actividades principales se cuentan:

- Revisión de las requisiciones emitidas por Ingeniería y preparación de los documentos de cotización
- Formulario de autorización para realizar asignación directa (cuando era necesario)
- Preparación del listado de proveedores
- Emisión de solicitudes de cotización
- Recepción de ofertas
- Administración del proceso de consultas y respuestas
- Preparación y emisión de evaluaciones comerciales
- Preparación y emisión de cartas de recomendación para compra

- Emisión de las órdenes de compra
- Activación y seguimiento de planos de proveedores (vendedor) para obtener la información requerida para la ingeniería de detalles
- Coordinación de inspecciones (nacionales y extranjeras).
- Recepción en bodega, almacenamiento, control y entrega de los equipos y materiales a los contratistas de construcción
- Cierre de las órdenes de compra
- Archivo físico y electrónico de documentación del proceso de las adquisiciones

12.2 PROCEDIMIENTOS

Se elaboró un Plan de Adquisiciones, en el que se establecieron los lineamientos para realizar la gestión de adquisiciones del Proyecto, documento GPAC-P-001.

El encargado de Adquisiciones de ECL actuó como contraparte, velando por el cumplimiento del Plan de Adquisiciones y preparando la documentación de respaldo y autorizaciones según procedimientos internos en ECL.

12.3 FUNCIONES DE ADQUISICIONES

12.3.1 COMPRAS

Se estableció un procedimiento de compras para describir las funciones y responsabilidades de adquisiciones, se establecieron canales de comunicación entre la organización del proyecto, adquisiciones y los vendedores o contratistas y se establecieron las reglamentaciones para desarrollar las gestiones de cotización, evaluación, negociación, adjudicación, compra, activación, inspección, control de calidad, tráfico, logística y entrega de los equipos y materiales requeridos para el Proyecto.

Las solicitudes de cotización, órdenes de compra y materiales mayores solicitados a proveedores internacionales se emitieron en español y AWP realizó la activación y al control de la calidad para las órdenes de compra de procedencia extranjera a través de un grupo de soporte de WorleyParsons.

Las solicitudes de cotización y órdenes de compra por equipos y materiales suministrados en Chile fueron emitidas en español y se realizaron inspecciones durante la fabricación por personal de AWP y ECL.

Se preparó un listado de potenciales proveedores para todas y cada una de las requisiciones de materiales (MR) y ECL tenía la facultad de cambiar, agregar y/o modificar el listado propuesto.

Las propuestas solicitadas fueron recibidas por el equipo de Adquisiciones, abiertas todas en un mismo evento y en presencia de un representante ECL uno de AWP Ingeniería (para equipos principales) y uno de AWP Adquisiciones, para cada Requisición. Las aperturas de las ofertas técnicas se realizaron en forma separada a la apertura de las ofertas económicas.

Ingeniería realizó la evaluación técnica de las ofertas y Adquisiciones la evaluación comercial.

Todas las compras requerían de una carta de recomendación, la cual debía ser aprobada por ECL.

Todas las compras fueron aprobadas por el Gerente General de ECL y cuando el monto de la compra superaba US\$ 250.000 requería la firma del Gerente General de ECL y de un Director de ECL y cuando superaba el US\$ 1.000.000 requería la firma del Gerente General de ECL y de dos Directores de ECL, para proseguir con la compra.

12.3.2 MATERIALES A GRANEL (BULK MATERIALS)

Se consideran materiales a granel los materiales eléctricos (cables, bandejas, etc.), cañerías y fittings, acero estructural y pernos de anclaje.

Se licitaron órdenes de compra abiertas para la compra de los materiales de cañerías y eléctricos, contra las cuales se fueron emitiendo autorizaciones para despachar las cantidades que resultaron de las cubicaciones hechas a partir de los planos de detalle de las diferentes disciplinas. Se adjudicaron cantidades a firme y posteriormente se realizaron Cambios de Orden, ya sea por aumento y/o disminución.

Las estructuras de acero fueron licitadas en base a cubicaciones iniciales entregadas por Ingeniería. Se adjudicaron dos (2) órdenes de compra (estructuras metálicas y calderería), ambas a Maestranza Socometal, cuya activación fue hecha por Adquisiciones.

12.3.3 ACTIVACIÓN

Todas las órdenes de compra nacionales fueron activadas localmente, para lo cual se contaba con un activador, el cual desplegó todos sus esfuerzos para hacer cumplir a los proveedores locales las fechas pactadas en las Órdenes de Compra.

Es así, como en el caso del proveedor de estructuras metálicas, Socometal, se debió efectuar un seguimiento casi diario, y aún así, éste no cumplió con las fechas comprometidas. También hay que mencionar que los diseños y modificaciones efectuadas a éstos demoraron las revisiones y aprobaciones de los planos de fabricación enviados a Ingeniería por Socometal.

Mención especial merece la Orden de Compra de la sala eléctrica prefabricada adjudicada a Peide. El proveedor presentó la mejor oferta técnico-económica y comprometió los plazos requeridos y luego del proceso de evaluación y negociación, fue adjudicado con esta Orden de Compra. Una vez iniciada la etapa de fabricación, el proveedor dio pruebas de no tener la organización apropiada para fabricar a tiempo la sala eléctrica y lograr la integración de todos los equipos que debieron ser instalados en ella. Este hecho redundó en un atraso en las entregas finales al proyecto en varios meses, situación que impactó directamente a la construcción. Se cursaron las multas al proveedor, pero son poco significativas comparadas con la consecuencia de tener un mayor costo de la construcción.

En cuanto a las órdenes de importación, la activación la efectuó Adquisiciones y el control de calidad WorleyParsons, en la oficina de soporte más cercana a las instalaciones del proveedor en el extranjero.

12.3.4 CONTROL DE CALIDAD

El control de la calidad por Adquisiciones consistió en la verificación y el aseguramiento de las calidades de los equipos y materiales seleccionadas previamente por Ingeniería. Para ello, desarrolló el Plan de Calidad establecido en la sección 5 de la respectiva Requisición de Materiales y la frecuencia de las visitas fue determinada por el nivel de verificación requerido para cada Orden de Compra (OC).

Como se mencionó el aseguramiento de la calidad de las OC's de importación fue coordinado por WorleyParsons, quién asignó las labores de verificación a las órdenes de compra extranjeras, reportando sus informes ("informes de verificación de calidad") a través de Adquisiciones, quien derivaba al área correspondiente las consultas solicitadas, para posteriormente realizar la liberación de los equipos.

Esta actividad de aseguramiento de la calidad tuvo como objetivo garantizar que el material o equipo entregado correspondía a lo requerido y/o especificado. Para autorizar liberar material por los proveedores nacionales y extranjeros, fue requisito la aprobación del inspector de control de calidad.

12.3.5 TRÁFICO Y LOGÍSTICA

El Activador del Proyecto fue el encargado de tráfico y logística, quien tenía a su cargo coordinar las actividades del transporte terrestre, marítimo y aéreo, tanto nacional como internacional. Para evitar problemas de tráfico, se solicitó a todos los proveedores la entrega de equipos y materiales puesto en obra (hubo excepciones).

12.4 **ORDENES DE COMPRA**

En el Proyecto se emitieron 410 documentos de compras correspondientes a:

- 307 Órdenes de Compra
- 103 Cambios de Orden

El detalle se presenta en el siguiente cuadro:

Lugar de Emisión	Órdenes de Compra	Cambio de Orden
Santiago vía AWP	156	92
Terreno vía AWP	100	11
Terreno vía ECL Planta	51	--
TOTAL	307	103

Ver detalle en Anexo H.

Las adquisiciones fueron efectuadas en su gran mayoría en Chile, privilegiándose la interacción con los proveedores internacionales a través de sus representantes en Chile.

Sin embargo, aún cuando las órdenes de compra a fabricantes extranjeros se adjudicaran a través de representantes locales, la activación se efectuó directamente con las fábricas en el extranjero.

Las siguientes órdenes de compra principales fueron adjudicadas directamente a proveedores extranjeros:

Material / Equipo	Origen
Filtro de prensa	Italia
Dosificación de silo	USA
Estación maxisacos	USA
Agitadores	Alemania
Bombas centrífugas	USA

Las siguientes órdenes de compra principales de importación fueron adjudicadas directamente como compra nacional a sus representantes en Chile:

Material / Equipo	Origen
Planta osmosis	USA
Caldera	USA
Intercambiador calor	Francia
Bombas peristálticas	Canadá
Cañería polipropileno	Austria

12.5 ADQUISICIONES LOCALES

En términos generales, las adquisiciones locales fueron efectuadas sin problemas y se recibió apoyo del mercado nacional. Las principales compras fueron:

- Espesador
- Molino de bolas

- Sala eléctrica
- Reactores
- Compresor de tornillo
- Bombas centrífugas
- Válvulas de control
- Válvulas de venteo y alivio
- Cañería de HDPE
- Cañerías y fittings de acero carbono
- Cañerías y fittings de acero inoxidable
- Cañerías y fittings de acero SAF
- Estructuras de acero (incluido calderería)
- Estanques de acero
- Cables y canalizaciones

12.6 PLANOS “VENDORS”

El seguimiento por AWP de la entrega de los planos de los fabricantes o “vendors” fue deficiente, lo que derivó en falta de información a tiempo para el desarrollo de parte de la ingeniería de detalles y dio motivos para que algunos proveedores excusaran atrasos en sus entregas de equipos. Faltó tener un profesional que estuviera a cargo de esta coordinación entre Adquisiciones e Ingeniería de AWP y los proveedores.

12.7 COMENTARIOS GENERALES DEL COMPORTAMIENTO DE PROVEEDORES

12.7.1 ÓRDEN DE COMPRA FILTRO DE PRENSA

La orden de compra por el Filtro de Prensa fue adjudicado al proveedor italiano Diemme, cuyo alcance incluyó el diseño, layout del edificio y patio de estanques, suministro de los componentes y equipos eléctricos y de control, y su entrega en terreno.

Se produjeron problemas en la coordinación y entrega de información de parte del vendor quién entregó los planos y documentos con retraso y en general no consideró los comentarios enviados por el Proyecto.

Al final se presentó un problema en terreno debido al cambio de equipos eléctricos sin considerar las nuevas dimensiones para el layout de la sala eléctrica en la cual se instalaron, siendo necesario modificar por terreno los equipos para utilizar el espacio disponible.

12.7.2 ORDEN DE COMPRA SALA ELÉCTRICA PREFABRICADA

La orden de compra por la sala eléctrica prefabricada fue adjudicada al proveedor Peide, cuyo alcance incluyó el diseño, suministro de los componentes y equipos eléctricos y de control, fabricación de la sala, montaje de los componentes y equipos en ésta y su entrega en terreno.

A pesar de ser Peide el fabricante directo de la gran mayoría de los componentes y equipos eléctricos y de control requeridos, el proveedor demostró un constante atraso en la entrega de los mismos, muchos de los cuales debieron ser importados por el mismo proveedor desde fábricas en el extranjero. En paralelo la construcción metalmecánica de la sala presentó retrasos. Una vez terminada la fabricación de la sala, el montaje de los equipos y su posterior prueba fue ejecutado en forma lenta por el proveedor, quien no contó con el suficiente personal técnico para enfrentar esta labor, lo cual redundó en un atraso superior a los tres meses en la entrega. Lo anterior a pesar de tener reuniones semanales con el proveedor en oficinas de ECL.

12.7.3 COMPRAS EN TERRENO Y MANEJO DE LA BODEGA

Las actividades de Adquisiciones en terreno, fueron desarrolladas en las oficinas de AWP en Santiago. El equipo de Adquisiciones debió hacerse cargo de la compra de los materiales menores que no estaban incorporados en el alcance de los contratos, más los materiales a granel provenientes de modificaciones al diseño.

El principal factor que generó el alto número de órdenes de compra de terreno, fue que se adjudicaron servicios y/o compras a diversos contratistas menores de construcción posterior al retiro del Consorcio CyT, lo que no estaba previsto en el Plan del Proyecto.

El manejo de bodega estuvo a cargo de un bodeguero de AWP, quien contó con un contra turno durante la primera etapa de la construcción.

La estrategia del Proyecto para el manejo de bodega determinó que en los casos en que los contratistas de montaje estuvieran movilizados, los materiales y equipos fueran entregados directamente a los contratistas, almacenándose provisoriamente en la bodega de ECLy en los patios, sólo aquellos equipos para los cuales aún no se contaba con un contratista de montaje al momento de su recepción o aquellos materiales menores de alto costo (válvulas de control, instrumentos, etc.).

Al cierre del Proyecto los contratistas devolvieron a bodega los materiales sobrantes de construcción, los cuales fueron entregados a Planta ECL.

12.7.4 INGRESO DE INFORMACIÓN DE ADQUISICIONES AL SISTEMA DE ECL

Adquisiciones ingresó al sistema de ECL (SOFTLAND) todas las Órdenes de Compra del Proyecto.

12.8 LECCIONES APRENDIDAS Y ACCIONES CORRECTIVAS

- El trabajo de Adquisiciones fue de buen desempeño; el personal conocía el trabajo a realizar y estuvo bien coordinado con el encargado de adquisiciones de ECL.

- En terreno hubo un manejo de la bodega deficiente, ya que faltó contar con un software adecuado y contar siempre en terreno con 2 profesionales (con contra turnos) para esta función.

13.0 CONTRATOS

13.1 ADMINISTRACIÓN DE CONTRATOS

Para la administración de los contratos de servicios y de construcción se utilizaron los Procedimientos del Proyecto acordados entre ECL y AWP.

Los pagos a los Contratistas se realizaron contra estados de pago aprobados, para los cuales el Contratista emitía previamente un informe de avance. Una vez aceptado éste, se preparaba la carátula oficial para las firmas respectivas de AWP y de ECL. Este sistema permitió un buen control de los pagos, cantidades acumuladas, encontrar errores matemáticos, retenciones, etc.

Los reclamos que existieron fueron, principalmente, por aumentos de plazos producto del atraso en la entrega de equipos, materiales y de áreas de trabajo. Para efectos de revisión, se pidió a los Contratistas que respaldaran los costos reales atribuibles al aumento de plazo (facturas, liquidaciones de sueldo, hojas de tiempo, etc.). Paralelamente se analizaron todos los posibles créditos a favor de ECL no considerados en la presentación del Contratista.

En la etapa de negociación se acordaba el valor de la compensación por los costos adicionales del Contratista.

Con el Consorcio CyT se acordaron 2 extensiones del plazo del Proyecto con su consiguiente aumento en los costos de gastos generales; el primero fue de extender el término de la construcción del 30 de junio al 30 de septiembre de 2011 y el segundo fue para llevar el término de la construcción al 31 de diciembre de 2011. Posteriormente CyT dejó un equipo reducido para terminar las obras faltantes al 31 de marzo de 2012, lo que se acordó ya sin costo extra para el Proyecto (Ver Anexo J).

Italo. Algunos comentarios a la suficiencia y/o metodología de la evaluación económico-financiera por a posteriori el proveedor no respaldó. (Lara Perde). Algo se puede negar al respecto.

En la tabla 13.1 se indican los principales contratos de construcción del Proyecto.

Tabla 13.1 Contratos de Construcción

Contrato	Descripción	Empresa	Monto (US \$)
C-201	Edificio Oficinas.	ECOMET	1.850
C-202/203	Movimientos de Tierra, Obras Civiles y Montaje Electromecánico.	Consorcio Claro Vicuña Valenzuela y TECNASIC (CyT)	28.423
C-204 (1)	Almacenamiento y Suministro de Combustibles	COPEC	0
C-205	Retrofit Switchgear Media Tensión, CCM'S y Centro de Distribución de Cargas en Baja Tensión (se materializó a través de una Orden de Compra y una Orden de Servicio)	ROLEC	200
PE-0148-11(2)	Armado y Montaje de Estanque Almacenamiento de Ácido Sulfúrico y Estanque Almacenamiento Lechada Caliza	SRD	210
PR-068-0177-11	Contrato Marco	TECNO	1.400
Varios	Otros Contratos menores de construcción	Varios	700

(1) Los equipos e instalaciones de almacenamiento de combustible son de propiedad de COPEC, los que fueron entregados en comodato a ECL para el abastecimiento de Fuel Oil N° 6 y diesel suministrado por COPEC.

(2) Por no cumplir con los servicios objeto del contrato, de común acuerdo con la empresa Ingeniería y Desarrollo (SRD), se puso término anticipado al mismo y la finalización de los trabajos encomendados fueron asignados a Tecno e incluidos en el contrato Marco.

Tabla 13.2 Contratos de Inspección y Servicios

Contrato	Descripción	Empresa	Monto (KUS \$)
I-102	Servicio de Inspección Técnica	La Cumbre	300
SC-301	Servicio de Topografía para la Construcción	EGV	470
SC-302	Servicio de Control de Calidad para la Construcción	Bureau Veritas	380

13.2 LECCIONES APRENDIDAS Y ACCIONES CORRECTIVAS

- El manejo de los contratos de construcción fue de buen desempeño, tanto el contrato principal con CyT y con los contratistas menores de construcción.
- Es fundamental contar con un gerente de construcción experimentado y un administrativo ordenado para el control del contrato.

14.0 CONSTRUCCIÓN

14.1 ORGANIZACIÓN

La organización de AWP para administrar la construcción en el terreno estuvo formada por 43 personas en el "peak" con un promedio de 25 personas, tanto de AWP propiamente tal, como personal indirecto contratado a través de empresas especializadas.

En el transcurso del Proyecto AWP hubo una alta rotación en el cargo de Gerente de Construcción (4 en total), resultando el último de estos profesionales con un alto desempeño para el cargo, pero llegó a esta posición sólo en los últimos meses de esta fase.

El Gerente de Construcción de AWP lideró el equipo, que se estructuró en los siguientes cargos y funciones:

- Superintendencia general de construcción
- Ingeniería de terreno
- Aseguramiento de calidad QA-QC
- Gerente de servicios
- Gerente de contratos

- Gerente de prevención de riesgos
- Administración y relaciones laborales.
- Soporte IT para construcción.

ECL (Proyectos y Planta) por su parte tuvo asignado en terreno para el Proyecto un peak de 12 personas, con un promedio de 8 profesionales, sin considerar el personal de operaciones y mantención que participó en la etapa final del Proyecto, bajo la dirección y coordinación del Jefe de Ramp – Up de ECL.

14.1.1 SUPERINTENDENCIA DE CONSTRUCCIÓN

Este departamento estuvo a cargo de un superintendente general de construcción que fue responsable de supervisar, junto con los ingenieros de terreno, todas las actividades de construcción ejecutadas por los contratistas.

Hubo ocho (8) ingenieros de terreno de disciplinas y áreas, 2 civiles, 4 mecánico-cañerías y 2 eléctrico-instrumentación. Además ECL aportó cuatro (4) ingenieros, 1 civil, 1 mecánico, 1 eléctrico y 1 de control e instrumentación en la etapa crítica de término de construcción e inicio de pre-operaciones.

Se realizaron reuniones periódicas e inspecciones permanentes de los procesos constructivos, considerando las metas de calidad, seguridad, plazo y costo y corrigiendo desviaciones cuando se producían.

Entre las actividades realizadas se tienen:

- Revisión de la llegada de los suministros a los contratistas
- Revisión de los recursos de los contratistas versus el plan del programa de construcción.
- Revisión y validación de registros de recursos empleados por los contratistas y obras adicionales.
- Coordinaciones con Operaciones ECL de los trabajos ejecutados o relacionados con áreas operativas, como por ejemplo, en los edificios recepción de caliza y descarga concentrado magnetita, área de reactores existentes, bateas existentes en DCH, entre otros.

Mayores detalles de las actividades desarrolladas por la administración de la construcción. Ver Anexo I.

14.1.2 INGENIERÍA DE TERRENO

La organización de ingeniería de terreno estuvo compuesta por seis (6) personas en su peak, incluyendo ingeniería residente en las disciplinas Civil/Estructuras, Electricidad, Cañerías y Control de Documentos.

La ingeniería de terreno fue responsable de las siguientes actividades: monitorear las cantidades de obra, control de materiales incluyendo el control de la emisión de materiales a los contratistas, resolución de problemas de ingeniería identificados por los contratistas, interpretación de planos para los contratistas, revisión de cantidades de obra en los estados de pago de los contratistas e inspeccionar materiales y equipos recibidos en terreno.

Junto a supervisión de terreno, veló para que las obras se realizaran de acuerdo a los documentos, planos y estándares vigentes del Proyecto (últimas versiones). Además fue responsable de controlar los materiales recibidos en terreno, asegurando que estuviesen en buen estado y de acuerdo a especificaciones. También generó los cambios de ingeniería requeridos por interferencias entre especialidades, apoyó los controles requeridos por la Gerencia de QA/QC, controló la fabricación de elementos generados por cambios en terreno y participó en la evaluación de propuestas de contratistas en la parte técnica.

14.2 LECCIONES APRENDIDAS Y ACCIONES CORRECTIVAS

- El cargo de Gerente de Construcción es fundamental para el éxito de un Proyecto. En el P-AAA recién el último que desempeñó este trabajo, que fue el 4to. de éstos, tuvo excelente desempeño.
- El contratista principal el Consorcio CyT, no tuvo un buen desempeño en la parte final de la construcción cuando se desarrollaron las actividades electromecánicas, las que estuvieron a cargo de Tecnasic. No resultó conveniente adjudicar la construcción a un consorcio que se formó para el Proyecto, sin haber trabajado en esa condición anteriormente.

15.0 PUESTA EN MARCHA (PEM)

15.1 INTRODUCCIÓN

Durante el desarrollo del contrato EPCM, AWP incluyó en su alcance la responsabilidad por la dirección, coordinación y ejecución de la Puesta en Marcha (PEM) y parcialmente la colaboración en la Operación Inicial (Ramp-Up), que fue dirigida por ECL.

Para dirigir la PEM AWP contrató los servicios del asesor Marcelo Martí G. (M2G Consultores) quien tuvo entre otras, las siguientes responsabilidades:

- Dirigir y coordinar la PEM y apoyar la ejecución de la operación Inicial.
- Definir el equipo de trabajo que tendría la responsabilidad de la ejecución de estas actividades
- Desarrollar una metodología de aplicación para cada una de las fases de la PEM
- Capacitar al personal designado para planificación y ejecución de la PEM

Los servicios del asesor comenzaron tempranamente (para planificación anticipada de la PEM, incluida la coordinación de la capacitación con JHG) y se extendieron hasta mayo 2012, tiempo extenso para el desarrollo de la PEM, sin embargo se debe considerar que esta extensión del plazo se produjo en el término de la construcción, meses más tarde de que se retirara el Contratista Principal CyT.

Para el desarrollo de la PEM se contó con la colaboración de los representantes técnicos de los equipos principales entre los que destacan: OUTOTEC (molino de cal), EKATO (agitadores), TERMAL ENGINEERING (caldera de vapor), DELKOR (clarificador), DIEMME (filtro prensa), SULZER (bombas centrífugas), ENDRESS & HAUSER (instrumentación), PEIDE (sala eléctrica), DCL/IMAESA (dosificación silo) y COPEC (combustible).

A pesar de lo indicado en el acápite 5.4 por problemas que se presentaron con 3 equipos principales, los resultados obtenidos, al término del proceso de PEM, se pueden considerar satisfactorios, de acuerdo a los estándares de la industria minera.

La Operación Inicial (Ramp – Up) desarrollada por un equipo paralelo integrado por procesistas de ECL, alcanzó un grado de eficiencia adecuado, considerando el tiempo de ejecución, los resultados obtenidos y la claridad en la creación de los procedimientos de operación que seguramente se utilizarán a futuro en ECL (Ver Capítulo 16.0).

15.2 METODOLOGÍA DE LA PEM

La PEM es el proceso que incluye la ejecución de todas las actividades que permiten traspasar desde la Construcción a la Operación los nuevos equipos, instalaciones y servicios, para dar comienzo a la Operación inicial hasta alcanzar, en forma consistente, los parámetros de diseño comprometidos para el proyecto.

15.2.1 OBJETIVOS

Los siguientes puntos corresponden a los principales objetivos de la PEM:

- Detectar problemas de diseño, construcción, suministro de equipos o montaje que pudieran tener los sistemas sometidos a pruebas de operación, proponiendo modificaciones si corresponde e implementando los cambios necesarios.
- Introducir una metodología sistemática de aplicación en la recepción de los sistemas que componen las diferentes instalaciones, logrando una optimización del tiempo y minimizando los riesgos de daños a equipos por errores de operación.
- Obtener un traspaso ordenado de la responsabilidad por la custodia, mantenimiento y operación de los equipos, instalaciones y servicios desde la Construcción a Operaciones.
- Integrar a las tareas de la PEM al personal de Planta de ECL que se hará cargo de la operación normal.

15.2.2 ACTIVIDADES

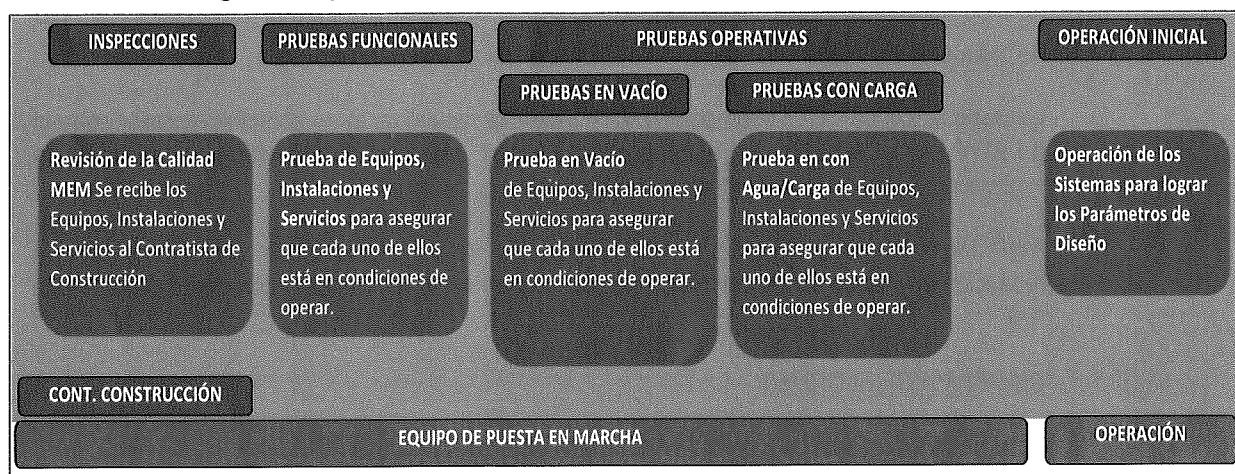
Dentro de las actividades de mayor jerarquía se considera en orden cronológico la ejecución de:

- Análisis de Riesgos, utilizando metodología HAZOP y/o ¿Qué pasa Si?: desarrollados por la Gerencia de la PEM y posteriormente por la Gerencia de Sustentabilidad de ECL.
- Análisis y estandarización de lubricantes con el propósito de minimizar las distintas marcas del stock: desarrollados por la Superintendencia de Mantenimiento de ECL.
- Desarrollo de la capacitación de todos los trabajadores en el modo de operación y mantenimiento de los nuevos equipos: la capacitación de los trabajadores antiguos, nuevos y de los supervisores; fue desarrollada por la empresa JHG a través de cursos presenciales dictados en la Planta. Durante el desarrollo de la capacitación se realizaron evaluaciones de contenidos técnicos del aprendizaje y evaluaciones psicopedagógicas a cada uno de los participantes, además de visitas a instalaciones similares existentes en el país, como fue el caso del almacenamiento de peróxido (en Coronel), caldera de vapor (en Santiago), etc. (Ver Capítulo 8.0).
- Durante la fase de pruebas funcionales y operativas se profundizó en la capacitación de los participantes, principalmente en aquellos aspectos relacionados con la operación de los equipos, instalaciones y servicios, de tal forma que las pruebas se ejecutaran sin incidentes a la seguridad, la salud, el medio ambiente ni daños que detuvieran el proceso de la PEM.
- Desarrollo de una metodología para la planificación y la PEM.
- Programación de la participación de representantes de los equipos en las etapas de pruebas en vacío, con agua y con carga de sus equipos.
- Confección del programa de la PEM de acuerdo a las fechas de término de construcción.
- Ejecución de las Pruebas en Vacío, con Agua y con Carga de cada uno de los equipos, instalaciones y servicio, desarrollado por la Gerencia de la PEM, por los líderes nominados de la PEM y por los trabajadores participantes de ECL.

15.2.3 DIAGRAMA ESQUEMÁTICO

Las diferentes inspecciones y pruebas desarrolladas durante la PEM se detallan en Diagrama 15.2.3.

Diagrama esquemático de inspecciones y pruebas durante la PEM



Debido a la cantidad y complejidad de equipos, instalaciones y servicios que involucran un proyecto y las diferentes y múltiples actividades que se debe desarrollar para lograr la ejecución de la PEM y el comienzo de la Operación Inicial (Ramp – Up), se hace prácticamente imposible tomar y desarrollar estas actividades como conjunto para el proyecto completo. Por esta razón, y para efectos prácticos, el Proyecto se disgregó en Sistemas y Subsistemas, que corresponden a las unidades básicas de planificación y ejecución de la PEM, definidas en Manual de Puesta en Marcha, documento N° D038-88-000-PM-203.

Un Sistema y/o Área es un conjunto de equipos, instalaciones y servicios que agregan valor al proceso productivo, definidos con el propósito de facilitar las actividades de Planificación.

15.2.4 PUESTA EN MARCHA Y OPERACIÓN INICIAL

El objetivo de la identificación de Sistemas y Subsistemas es dividir el proyecto en partes pequeñas o unidades funcionales, que puedan ser manejadas con mayor facilidad por equipos de trabajo, en forma independiente, para ponerlos en marcha tan pronto como se haya terminado la construcción y facilitar la ejecución de las Inspecciones, pruebas funcionales, operativas, identificación de excepciones, trabajos pendientes y trabajos adicionales.

Para la PEM de la Planta AAA se agruparon cada una de las Áreas en torno a tres Sistemas Principales de acuerdo al diseño del proceso:

- Área 130: Lixiviación Ácida de Polvos de Fundición
- Área 150: Espesamiento y Lixiviación de Borrás
- Área 450: Oxidación y Abatimiento de Arsénico y Antimonio

En función de esta estructura se identificaron las áreas o sistemas que son transversales a los sistemas principales y que proveen servicios a estas áreas.

Para cada uno de los sistemas se designó un "Líder de Puesta en Marcha" que tuvo la responsabilidad de planificar, coordinar, dirigir y asignar recursos para la ejecución de la PEM de cada área asignada y aplicar la metodología definida.

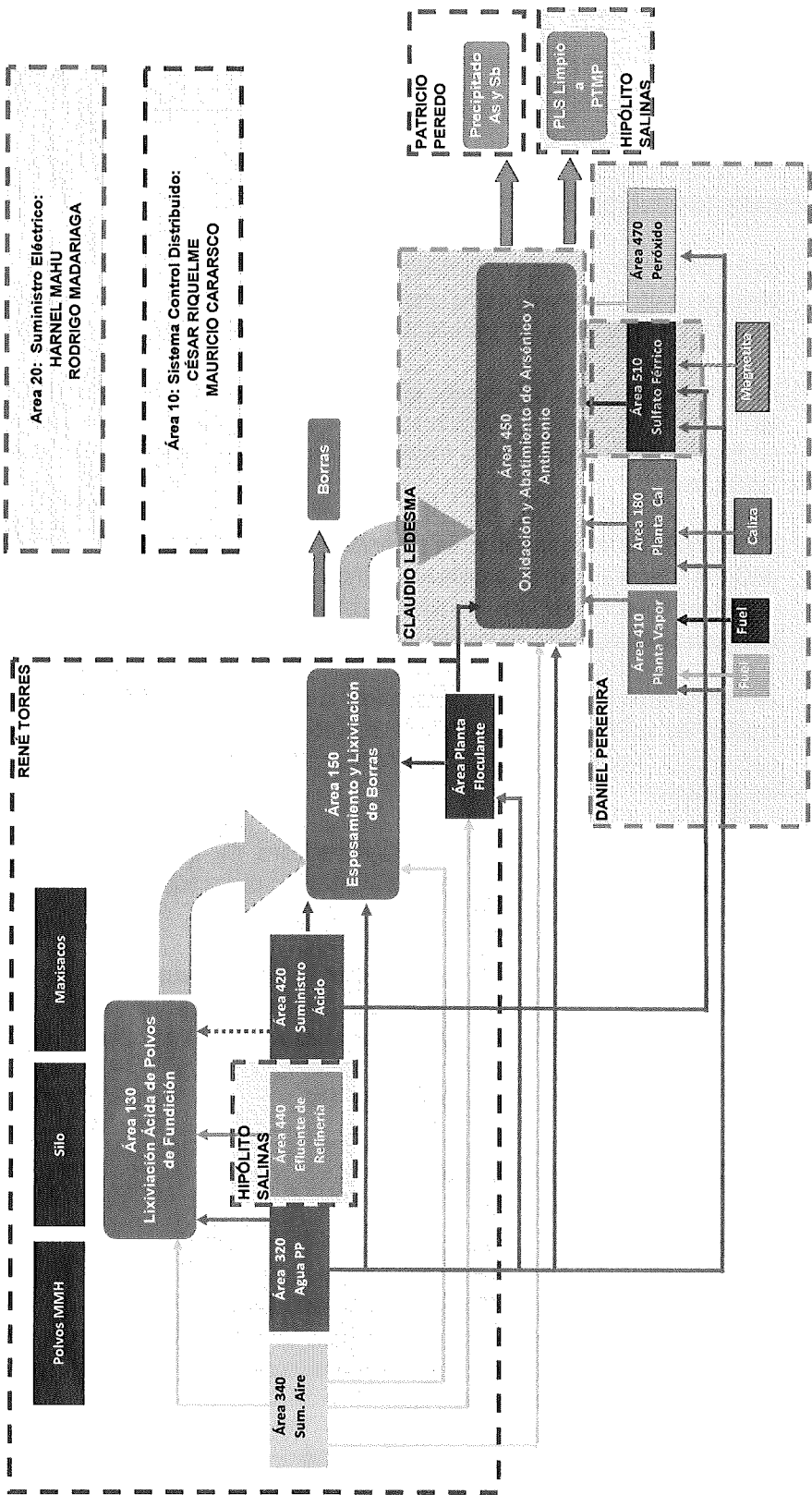
La designación de los Líderes de Puesta en Marcha recayó tanto en personal multidisciplinario de AWP como de ECL, con el propósito de lograr una fuerte interacción con las fases de Ingeniería, Construcción y Operación del Proyecto.

AWP tomó la responsabilidad de la preparación de los documentos, protocolos, para la recepción de instalaciones, definición de pruebas en vacío, con agua y con carga de la Planta AAA.

15.2.5 DIAGRAMA DE BLOQUES

En la página siguiente se muestra un diagrama de bloques para la PEM.

Diagrama de Bloques para la Puesta en Marcha de Sistemas y Líderes Designados



15.3 LECCIONES APRENDIDAS Y ACCIONES CORRECTIVAS

- La integración de un equipo multidisciplinario de profesionales de AWP y ECL mostró las ventajas de un "trabajo en equipo", de profesionales que conocen en detalle el diseño del proyecto y profesionales que conocen en detalle la forma de operar, respectivamente.
- La metodología de la PEM, basada en los conceptos de Aseguramiento de Calidad y la aplicación de Protocolos y Registros muestra la ventaja de haber realizado un trabajo completo y con respaldo de los resultados obtenidos para cada una de las actividades realizadas.
- El desarrollo de la capacitación de supervisores y trabajadores de ECL con la empresa JHG (Ver Capítulo 8.0), de amplia experiencia y calificación para estas tareas, entregó resultados concordantes con los altos estándares esperados para la instrucción de los trabajadores en cada uno de los procesos del Proyecto.
- La participación activa de los trabajadores, que operarán las instalaciones, durante el proceso de la PEM mostró resultados efectivos en su capacitación en terreno y en la operación de los equipos, recibiendo aportes para el mejoramiento de los procesos y las instalaciones.
- Lamentablemente las "reiteradas reprogramaciones del término de la Construcción", extendieron el plazo de término de la PEM, más allá de los estándares esperados para el tamaño y complejidad del proyecto.
- "Independizar" las fases de "Precommissioning y Commissioning" con la etapa de Puesta en Marcha y el inicio de operaciones, mostró ser una decisión inadecuada, ya que terminada la construcción de un Área, hubo que rehacer trabajos incompletos y/o mal terminados, lo que se realizó con una cuadrilla de trabajadores multidisciplinarios, dependiendo directamente del equipo de la PEM.

16.0 INICIO DE OPERACIONES (Ramp – Up)

16.1 PARTICIPANTES

Las pruebas de rendimiento de los equipos, instalaciones y sistemas del Proyecto, se desarrollaron después de cumplidas las etapas previas de Terminación Mecánica, Pruebas Pre-Operacionales, Puesta en Marcha y Entrega Provisoria, con el fin de verificar el cumplimiento de los parámetros de diseño de las instalaciones.

Las actividades de pruebas con carga y Ramp - Up fueron realizadas por profesionales de ECL Proyecto (procesistas), dirigida por Iván García y secundado por Bárbara Valdivia y realizadas por personal de Operaciones de ECL, con el apoyo de la Gerencia de Puesta en Marcha de AWP y con la participación de especialistas representantes de fabricantes y proveedores.

Ver documento N° D038-00-000-IT-006.

16.2 LECCIONES APRENDIDAS Y ACCIONES CORRECTIVAS

- Si bien hubo una buena coordinación entre los 2 profesionales de ECL encargados del inicio de operaciones con el equipo de la PEM y con el equipo de la Planta, el hecho de haberse presentado problemas de operación con la caldera y después con el espesador, resultó en que se requirió un mayor tiempo para esta fase del Proyecto.

17.0 VARIACIONES DEL COSTO DE INVERSIÓN

17.1 PRESUPUESTO DE CONTROL

El Presupuesto de la Ingeniería Básica fue la estimación de costos de capital inicial determinado por la empresa Hatch, a comienzos del 2009. El Capex estimado, está basado en el alcance de trabajo definido por Ingeniería, particularmente por la disciplina Procesos y la descripción de las instalaciones, criterios de diseño, diagramas de flujo, lista de equipos mecánicos, planos de disposición general y otros planos desarrollados en la ingeniería básica.

La estimación del Capex de la Ingeniería Básica se clasifica como Clase 2, según los estándares internacionales de AACE (Association for the Advancement of Cost Engineering). El estimado según el estándar Hatch es un FEL3 y tiene asociada una precisión de +/-10% con una probabilidad de ocurrencia de 90%. Este estándar se asemeja a clase 3 según el documento SIC-P-005 de Codelco para ingeniería de factibilidad (o básica).

La estimación se presentó en el Informe Capex N° H329288-000-T-CE-002 preparado por Hatch, durante la ingeniería básica.

En el CAPEX presentado se consideraron los siguientes aportes al proyecto por parte de terceros:

- Optimiza: Diseño básico de línea PLS y obras asociadas. ECL entregó cubicaciones de materiales de la línea y obras asociadas.
- Hidronor: Diseño y estimación de costos asociados al botadero donde serán depositados los sólidos precipitados con contenido de arsénico.

En la ingeniería básica realizada por AWP fueron revisados diseños básicos y especificaciones para estimar el valor total y costos de operación de la acompañado de un análisis de riesgos de contingencia con un nivel de confianza de +- 15% y un 90% de probabilidad de ocurrencia.

En marzo del año 2010, se emitió para aprobación de ECL el Informe de la Revisión de la Ingeniería Básica y la revisión final de este documento fue emitida en junio de 2010.

17.2 ACTUALIZACIÓN ESTIMACIÓN INVERSIÓN (CAPEX)

Una vez adjudicado el contrato EPCM a AWP se procedió a realizar la actualización del Presupuesto de ingeniería básica en los meses de junio-agosto del 2010, cuando se había revisado la ingeniería básica y la ingeniería de detalles había alcanzado alrededor del 40%, a partir de su estructura inicial del estimado, considerando las Bases de Estimación indicadas en el documento Informe Capex N° D038-97-000-EC-201 emitido en Noviembre de 2010, además de lo siguiente:

- a) Con la información de la revisión de la ingeniería básica, se realizó el estudio de mejoras y reducciones en el proyecto para disminuir los costos de inversión.
- b) Partiendo de esta nueva base, se procedió a la actualización de los valores a partir de la revisión de los precios de los materiales principales, la recotización del valor de los equipos mayores, y finalmente la actualización del valor de la mano de obra.
- c) Las cantidades fueron revisadas individualmente en las partidas más relevantes.
- d) Se incorporó el valor del contrato EPCM por el valor adjudicado a AWP.

El CAPEX estimado fue calculado con información a junio de 2010 y emitido en septiembre de 2010 conteniendo los detalles del estudio: un Costo Total Instalado de US\$ 65.803.351, incluyendo US\$ 37.236.623 de Costo Directo, US\$ 7.533.457 para Costo Indirecto de Montaje y Construcción, US\$ 8.827.420 para el EPCM, US\$ 3.339.673 para otros Costos indirectos y Puesta en Marcha, US\$ 3.446.931 para costo del Dueño y US\$ 5.419.247 como Contingencia; todos los valores anteriores expresados en base monetaria del primer trimestre del 2010.

17.3 PROYECCIÓN FINAL DE COSTOS

El Capex del proyecto fue de KUS\$ 65.800 estimado en Junio/2010, con tasa de cambio a \$532/US\$ y el costo terminó en KUS\$ 82.800 en Agosto/2012, con tasa de cambio promedio ponderado durante el proyecto de \$ 492/US\$. En consecuencia el sobre-costos del proyecto fue de KUS\$ 17.000. El sobre costo incluye un valor de KUS\$ 6.500 (*) por diferencia de tasa de cambio, por lo que el efecto propio de aumento del Proyecto fue de KUS\$ 10.500.

En tabla siguiente, tabla 17.3 se indican las diferentes partidas del presupuesto y los valores finales alcanzados.

(*) Calculado por la Gerencia de Administración y Finanzas de ECL, en base a llevar cada gasto al tipo de cambio del día en que se ingresaba en el registro de la contabilidad del Proyecto.

Tabla 17.3 Presupuesto Inicial y Costo Final.

PROYECTO AAA	PRESUPUESTO	FINAL P-AAA	DIFERENCIA
	Capex jun-10 US\$	Costo Final ago-12 US\$	Sobrecosto US\$
INGENIERÍA Y ADMINISTRACIÓN EPCM	8.839.465	15.368.735	6.529.270
Contrato EPCM - AWP	8.428.465	13.793.850	5.365.386
Otros Ingeniería	411.000	1.574.885	1.163.885
ADQUISICIONES	22.316.796	22.939.803	623.007
CONSTRUCCIÓN	24.169.170	36.334.723	12.165.553
Contrato C-202/C-203 CyT	19.936.919	28.422.989	8.486.069
Otros Menores	4.232.250	7.911.734	3.679.484
PUESTA EN MARCHA (PEM)	1.611.723	2.012.385	400.662
COSTOS DEL DUEÑO	3.446.931	6.160.573	2.713.642
TOTAL	60.384.084	82.816.219	
Contingencias CAPEX	5.419.247	0	0
TOTAL CAPEX	65.803.331	82.816.219	17.012.888

En el Anexo J se indican los principales factores que influyeron en el aumento del costo de inversión del proyecto.

17.4 LECCIONES APRENDIDAS Y ACCIONES CORRECTIVAS

- Faltó una mejor coordinación entre la Gerencia del Proyecto y la Gerencia de Administración y Finanzas de ECL, en especial en mantener la información al día de los gastos comprometidos, para control de la caja de ECL y llevar una sola cuenta de gastos para el Proyecto, verificando que las cifras fueran coincidentes a lo largo de todo el Proyecto.
- No ayudó a la buena coordinación entre gerencias el hecho que el encargado del control de costos del Proyecto era profesional nuevo en ECL y no estaba en conocimiento de todos los detalles en los procedimientos y prácticas en uso en ECL.

Italo: Me interesa alguna reflexión sobre el incremento de costo.
 en EPCM (un 20% de más) + 6
 Institución (50%)
 Adquisiciones (sin variación)

=> Es "normal" este comportamiento?

ANEXO A

HITOS PRINCIPALES

Hito	Inicio	Termino Programado	Termino Real
Ejecución del Proyecto	ene-10	nov-11	jul-12
Inicio Contrato EPCM	21-dic-09		
Adquisiciones			
Equipos Críticos (OC's)	ene-10	jun-10	oct-10
Otros equipos y materiales	jul-10	ago-11	dic-11
Ingeniería	ene-10	sep-10	abr-11
Aprobación Comité Auditoría y Directorio CODELCO		jul-10	sep-10
Licitación Contratos Construcción			
Obras Tempranas	mar-10	abr-10	jul-10
Planta y Botadero	jun-10	ago-10	sep-10
Construcción			
Obras Tempranas	jul-10	oct-10	feb-11
Planta y Botadero	oct-10	jun-11	jul-12
Puesta en Marcha	sep-11	ago-11	may-12
Ramp-Up	feb-12	nov-11 (*)	jul-12 (*)

(*) Originalmente el Proyecto consideraba término en noviembre/2011 y terminó en julio de 2012, es decir, 8 meses después.

Original : 3 meses revisión ingeniería básica + 20 meses del EPCM propiamente tal.

Real : 3 meses revisión ingeniería básica + 28 meses del EPCM propiamente tal.

ACCIONES CORRECTIVAS Y LECCIONES APRENDIDAS

- B.1 Listado de taller preparado por el equipo que participó en el proyecto.**



Hoja de cálculo de
Microsoft Office Exce

- B.2 Listado de taller preparado por representantes de Planta y otras Gerencias de ECL.**



Documento de
Microsoft Office Worc

ANEXO C

CONDICIONES AMBIENTALES

Altitud

2700 / 3000 msnm.

Clima

El clima de la zona es desértico, con alta radiación y templado, con temperaturas sobre cero pero bajo los 20° C en el día y con temperaturas bajo cero durante la noche.

Presión Barométrica

Promedio	73,4 kPa
----------	----------

Temperatura Ambiente

Promedio anual:	18,9 °C
-----------------	---------

Mínima:	-5 °C
---------	-------

Máximo:	31 °C
---------	-------

Precipitaciones

Promedio anual	3 mm
----------------	------

Máximo diario	37 mm
---------------	-------

Total en 8 años	133,2 mm
-----------------	----------

<u>Nieve caída</u>	---
--------------------	-----

Viento

Velocidad máxima del viento	165 km/h
-----------------------------	----------

Criterio de Diseño	NCh 432
--------------------	---------

Condiciones Sísmicas

Criterio de Diseño	Zona 3-UBC, D038-30-000-CD-201 y NCh 2369
--------------------	---

Humedad Relativa

Promedio/Máximo/Mínimo	28%/ 42%/ 23% anual
------------------------	---------------------

ANEXO D

INDUSTRIAS E INFRAESTRUCTURA EN LA ZONA

D.1 Industrias en la Zona

La actividad industrial y económica de la zona está dominada por la minería del cobre, destacando la explotación de los yacimientos de la División Chuquicamata (DCH), de la División Radomiro Tomic (DRT), de la División Ministro Hales (DMH) que está prevista su entrada en operación el 2013 y El Abra.

En menor medida se aprecian otras actividades económicas derivadas de la agricultura en los entornos de la ciudad de Calama y en los valles del interior, así como del turismo que atrae visitantes que desean conocer las actividades arqueológicas desarrolladas en la localidad de San Pedro de Atacama y otras atracciones propias de la zona.

D.2 Actividades de Construcción en la Zona

Las tres Divisiones de CODELCO y la minería privada están normalmente desarrollando proyectos de inversión que atraen a la zona una gran cantidad de contratistas de construcción.

D.3 Transporte

Aéreo

En el aeropuerto El Loa de la ciudad de Calama se desarrolla un servicio aéreo de itinerario diario a Calama desde las ciudades de Santiago, Antofagasta e Iquique.

Terrestre

- Camino pavimentado de Calama a la planta Ecometales.
- Camino pavimentado desde Antofagasta a Calama.
- Camino pavimentado de Calama a Chuquicamata.
- Camino pavimentado hasta Radomiro Tomic.
- Camino pavimentado 3 Km desde el camino a Radomiro Tomic hasta el lugar de la planta.

Marítimo

- Antofagasta es el puerto marítimo más relevante en la región y se localiza a 270 km al suroeste del Proyecto.
- Tocopilla es otro puerto marítimo, más pequeño y se localiza a 140 km directamente al oeste del Proyecto.

Ferroviario

Existe ferrocarril hasta Estación Cere desde Antofagasta, con trocha de 1.000 mm

D.4 Comunicaciones

La ciudad de Calama y las instalaciones mineras de la zona se encuentran conectadas a la red de comunicaciones de Chile a través de conexiones de microondas, satelitales y por fibra óptica. De esta forma es posible comunicarse vía voz y datos desde las instalaciones de la Planta de ECL al resto del país y a todo el mundo. Solamente la telefonía celular no tiene cobertura total desde la planta.

D.5 Alojamiento y comida en la Zona

Durante la construcción del Proyecto P-AAA, no se requirió un campamento, debido a la cercanía del lugar de la obra con la ciudad de Calama y al tamaño del proyecto. Para el casino, CyT instaló su propia instalación y para los contratistas menores y personal de AWP, se utilizaron las instalaciones existentes en la Planta.

Además se usó la infraestructura de hoteles y restaurantes existentes en la ciudad de Calama

ANEXO E

SERVICIOS DE PLANTA

E.1 Poder

Tipo	Tensión ca	Fases	Hz	Alambres	Neutro
Suministro	100 kV	3	50	3	Sólido en Tocopilla
Distribución	13,8 kV	3	50	3	Por resistencia, 100 A, 10 s
Fuerza en Baja tensión	0,69 kV	3	50	3 ó 4	Sólido a tierra
	380 V	3	50	3 ó 4	Sólido a tierra
	220 V	1	50	2	Sólido a tierra
Alumbrado	220 V	1	50	2	Sólido a tierra
Instrumentación y Control	120 V	1	50	2	Sólido a tierra

Las variaciones de tensión son de $\pm 10\%$ y de $\pm 0,4\%$ para frecuencia.

El nivel de Cortocircuito en 100 kV, es de 1.500 MVA.

E.2 Aire Comprimido

Aire de planta : 620 kPa, medido en el punto más lejano.
Presión máxima: 860 kPa.

Aire de instrumentación : Provisto desde compresor dedicado, libre de aceite, filtrado a nivel 100% partículas 3,0 micrones y mayores, punto de rocío - 40 °C. Calidad ISA-S7.3.

E.3 Agua

Las calidades de agua consideradas en el proyecto son:

- Agua de proceso: Para el proceso en general, se utilizó la calidad de agua industrial que se suministra a la planta desde la aducción Ojos de San Pedro.
- Agua contra incendio: El agua contra incendio es calidad similar a la suministrada a la planta.
- Agua potable: El agua potable se obtuvo de los estanques existentes y distribuidos mediante la red existente y las nuevas líneas construidas para los requerimientos del Proyecto.

- Aguas tratadas por osmosis inversa: El agua tratada se usará para alimentar la caldera de vapor (en circuito abierto para generar vapor saturado), para elevar la temperatura del PLS en el reactor de oxidación, abatimiento y precipitación.
- Aguas servidas: Se instaló como parte del Proyecto una nueva Planta de Tratamiento de Aguas Servidas, para una capacidad que cubrirá los requerimientos del personal de operación de la planta de EcoMetales, y se incluyeron también los requerimientos del personal durante la etapa de construcción y PEM del P-AAA.
- Aguas de sello: Es agua de proceso filtrada para cubrir los requerimientos y demandas de agua de sello para equipo de bombeo en la Planta.

E.4 Combustibles

Los combustibles a usar para el proyecto son:

Gas Licuado: A usar en calentador de agua para casino y casas de cambio. Las instalaciones existentes fueron reubicadas por el Proyecto cerca del casino.

Fuel Oil #6: A usar en caldera de vapor

Diesel: A usar en caldera de vapor como combustible alternativo al fuel oil #6 (en emergencia y partidas) y como combustible para maquinaria rodante.

E.5 Insumos y Reactivos Principales en el Proceso:

- Acido sulfúrico.
- Peróxido de hidrógeno
- Caliza
- Magnetita

ANEXO F

ALCANCE DE LAS OBRAS EJECUTADAS POR AREA

F.1 Área 000 – General Planta ECL

- Parrones de cañerías.
- Ampliación sala eléctrica.
- Caminos interiores Planta y Depósito (Incluye camino de acceso interior Planta).
- Construcción de nuevo edificio de oficinas.
- Instalación tableros de distribución de fuerza Planta DEMO y Laboratorios.
- Retiro de cables de fuerza (baja y media tensión), alumbrado, control y/o escalerillas portaconductores, considerando su reemplazo.
- Alumbrado de caminos.
- Nuevo banco de ductos para by-pass eléctrico.
- Construcción de cámaras eléctricas.
- Retrofit eléctrico.
- Construcción de malla de puesta a tierra nueva y su interconexión con la existente.
- Planta de tratamiento de aguas servidas (PTAS). Considera la instalación de una segunda PTAS para una dotación de 160 personas, basado en el tratamiento de lodos activados. La PTAS existente quedará de reserva.
- Overhaul Equipos Existentes: Considera la reparación de equipos e instalaciones existentes para asegurar la disponibilidad de la Planta.
- Camino exterior (acceso a Planta).
- Recirculación de borras: trabajo de contraparte por ECL ante Alquimia Ingenieros S.A., empresa que desarrolló este proyecto.

F.2 Área 010 – Control Operacional

- Instalación sistema de control operacional reubicado.

- Reubicación de sala de control.
- Nueva red de control.
- Up-grade del sistema de control.
- Implementación de sistema de información PI de Planta.

F.3 Área 130 - Lixiviación Ácida de Polvos de Fundición

- Modificaciones al silo existente:

Desde el silo de almacenamiento 130-SP-001, el polvo de fundición es descargado en forma regulada con válvulas hacia 2 (dos) tolvas dosificadoras, las cuales están provistas de celdas de carga para el control de llenado y dosificación. Estas tolvas tienen, en sus boquillas de descarga, válvulas que regulan el paso hacia el transportador de cadena 130-TC-001, el cual transporta y descarga el polvo hacia el reactor de lixiviación 130-RE-001. El cono del Silo dispone de un sistema aerodeslizador y las tolvas dosificadoras de un anillo alimentador aeroasistido. Adicionalmente el Silo dispondrá de una línea de descarga lateral para carguío de camión de polvos.

- Acondicionamiento de reactores de lixiviación:

Se refiere al reacondicionamiento de tres (3) reactores de lixiviación existentes identificados en el Proyecto con TAG 130-RE-002, 003 y 004, los cuales deberán ser revestidos exteriormente con la finalidad de ser aislados térmicamente.

- Implementación de lixiviación de polvo.
- Extensión de parrón de cañerías existente, incluye montaje de escalerillas porta conductores y cables de fuerza, alumbrado y control.
- Construcción malla de puesta a tierra e interconexión con malla existente.
- Alumbrado exterior del área.
- Montaje enchufes de fuerza en terreno.
- Canalizaciones de fuerza y control, montaje de botoneras.
- Montaje tableros de fuerza.

F.4 Área 150 - Espesamiento y Filtración

- Montaje de estanque alimentación a filtro de residuos arsenicales y agitador.

- Montaje de filtro de residuos arsenicales y equipos auxiliares. Incluye fabricación y montaje de edificio de filtrado de residuos arsenicales, con su respectiva sala eléctrica y de control y construcción de fundaciones.
- Up-grade de planta de floculantes.
- Adaptación de espesadores y de estanque a la nueva condición de operación con mayor acidez y temperatura.
- Montaje transformador 2500 kVa (150-TRF-107) y generador (150-GEN-102).
- Montaje de escalerillas porta conductores bajo la sala eléctrica 150-ERP-103.
- Montaje Sala Eléctrica nueva e interconexión de su sistema de iluminación, enchufes, sistema detección de incendio, aire acondicionado, presurización, habilitación de pasada para escalerilla porta conductores.
- En sala eléctrica existente, tendido de conduits.
- Construcción de malla de puesta a tierra e interconexión con la malla existente.
- Modificación cerco patio eléctrico sector salas eléctricas nueva y existente.
- Deshabilitación transformador existente de 2500 kVa.
- Fabricación sala eléctrica y montaje CCM filtro Diemme.
- Canalizaciones de fuerza y control; tendido de escalerillas porta conductores; montaje de botoneras.
- Montaje de enchufes de fuerza en terreno y sala del filtro Diemme.
- Alumbrado interior y exterior.

F.5 Área 180 – Planta de Caliza

- Desmontaje de molino existente y posterior montaje de nuevo molino de bolas y equipos auxiliares. Construcción de nuevas fundaciones.
- Montaje de batería de hidrociclones.
- Remplazo de estanque de almacenamiento existente por estanque nuevo 150-TK-055, con su respectivo agitador.
- Diseño y construcción galpón mitigación de polvo.
- Loop de caliza.

- Alumbrado interior y exterior.
- Tendido de escalerillas porta conductores.
- Construcción malla de puesta a tierra e interconexión con malla existente.

F.6 Área 210 - Manejo y Transporte de PLS

- Montaje de líneas de cañerías para el envío de solución PLS desde nuevas piscinas (210-PS-004/005) de PLS a piscina PDS existente de la planta PTMP de DCH. La ingeniería de esta línea es realizada por terceros (JRI), las adquisiciones y la administración de la construcción son parte del alcance de AWP.
- Construcción piscinas de sedimentación y regulación de PLS, 210-PS-004/005.
- Inclusión de tres (3) bombas con variadores de frecuencia.
- Construcción de nueva estación de bombeo con 3 bombas verticales tipo turbina para la impulsión y transporte de PLS desde ECL a Planta PTMP.
- Construcción de dieciséis (16) cámaras de venteo de hormigón compuestas de válvulas de aislación, prueba y drenaje de venteo para reparación.
- Alumbrado exterior del área.
- Tendido de escalerillas porta conductores.
- Canalizaciones de fuerza y control, montaje de botoneras.
- Malla de puesta a tierra.
- Reparación de piscinas existentes.

F.7 Área 270 – Manejo de Maxisacos

Construir sistema de recepción, almacenamiento y acondicionamiento de polvos de fundición provenientes de terceros, recibidos en maxisacos, el que incluye:

- Diseño y construcción de radier para área almacenamiento maxisacos.
- Diseño y construcción del edificio manejo maxisacos.
- Instalación de la estación de descarga para maxisacos.
- Instalación reactor y equipos auxiliares.
- Instalación sistema de impulsión de pulpa de polvo de maxisacos.

- Alumbrado interior y exterior del área, montaje tablero de distribución de alumbrado.
- Montaje de enchufes de fuerza en terreno.
- Montaje tablero de distribución de fuerza.

F.8 Área 320 – Suministro de Agua

- Montaje conjunto de bombas nuevas para alimentación de agua para consumo de Planta y bombas de agua de sello.
- Montaje de instrumentación adicional y cañerías complementario a instalaciones existentes para el montaje de bomba nueva de agua de proceso (fresca) en área del estanque de almacenamiento de agua.
- Montaje de bomba de agua de proceso a instalaciones nuevas.
- Red de duchas de emergencia.

F.9 Área 330 – Red de Incendio

- Ampliación sistema contra incendio existente. Los trabajos asociados a esta partida incluyen la extensión de la red húmeda existente en Planta para proteger aquellas instalaciones nuevas del Proyecto, como edificios de proceso, edificios administrativos y áreas comunes de distribución y transporte de las soluciones de proceso. Estos trabajos consideran la incorporación de hidrantes y válvulas con poste indicador.

F.10 Área 340 - Suministro de Aire

- Montaje de nuevo sistema de aire comprimido considerando: un nuevo secador, compresor de tornillo para la generación de aire de Instrumentación y acumuladores.
- Ampliación sala de compresores.
- Alumbrado interior del área.
- Canalizaciones de fuerza y control; montaje de botoneras.
- Tendido de escalerillas porta conductores.
- Construcción malla de puesta a tierra e interconexión con la existente.

F.11 Área 410 - Planta Térmica

- Nuevas bombas de alimentación caldera Fuel Oil N° 6.
- Diseño, suministro y montaje edificio de caldera.

- Nueva caldera, equipos auxiliares e instalaciones, los que incluyen entre otros, desgasificador, economizador, intercambiador de calor, dosificación de aditivos para la caldera.
- Planta osmosis inversa.

F.12 Área 420 – Manejo de Ácido sulfúrico

- Diseño, fabricación y montaje de nuevo estanque de ácido sulfúrico, bombas para el manejo y distribución de ácido sulfúrico a la Planta, cañerías e instrumentación asociada y construcción de fundaciones y dique de contención con revestimiento HDPE.
- Construcción malla de puesta a tierra e interconexión con la existente.
- Alumbrado exterior del área.

F.13 Área 440 – Manejo y Transporte de Efluente de Refinería

- Reparación de cañería de FRP desde Refinería a Planta ECL.
- Conexiones eléctricas e instrumentación en la División Chuquicamata.
- Reparación de estanques F1, F2 y estanques de emergencia G y H existentes. El Contratista de Construcción solo reparó dos de los estanques indicados, los otros serán reparados posteriormente por Planta, si es necesario.
- Acondicionamiento Sala Eléctrica existente (aire acondicionado, red de incendio, sellos, aseo, otros).
- Instalación de cañerías hasta los estanques de almacenamiento 440-TK-051/052.
- Montaje de bombas nuevas para transporte e impulsión de efluente de Refinería desde estanque de almacenamiento a Planta ECL.
- Instalación de instrumentación en las cañerías de descarga y en los estanques de almacenamiento.
- Montaje de CCM, transformador seco y escaleras porta conductores.
- Montaje de cámara de carga para operación de línea en condición gravitacional.
- Implementación de cámaras de venteo nuevas y repotenciamiento de las existentes.
- Canalizaciones de fuerza y control, montaje de botoneras.
- Montaje de enchufes de fuerza en terreno.

F.14 Área 450 - Oxidación y Abatimiento de Arsénico

- Montaje nuevo reactor de oxidación y equipos auxiliares y construcción de fundaciones.
- Acondicionamiento de reactores de precipitación existentes.
- Montaje nuevo espesador y equipos auxiliares y construcción de fundaciones.
- Intercambiador de calor.
- Alumbrado exterior del área.
- Canalizaciones de fuerza y control.

F.15 Área 470 - Almacenamiento y Distribución de Peróxido

- Instalación sistema de descarga y distribución de peróxido, estanques de peróxido, equipos auxiliares y construcción de fundaciones.
- Montaje de parrón de cañerías, construcción de fundaciones y canalizaciones eléctricas.
- Diseño y construcción de zona para traspaso o descarga de peróxido desde camiones a estanque de almacenamiento.
- Diseño y construcción edificio para estanques de peróxido.
- Implementación de cañería de drenaje o descarte de peróxido diluido desde zona de almacenamiento de peróxido de hidrógeno a Piscina de Emergencia.
- Alumbrado interior y exterior del área.
- Montaje tableros de distribución de fuerza y alumbrado.
- Construcción malla de puesta a tierra e interconexión con la existente o nueva de otra área.
- Montaje enchufes de fuerza en terreno.

F.16 Área 500 – Depósito de Residuos Arsenicales (Botadero)

- Construcción del Depósito de residuos arsenicales con sus instalaciones.
- Oficinas y sala de cambio en Depósito.
- Camino de acceso a Depósito.
- Implementación del área de lavado de camiones.

- Alumbrado camino de acceso a Depósito y alumbrado.
- Montaje de postes y tendido de Línea de 23 kV, tendido cables de baja tensión y fibra óptica.
- Puesta a tierra postes Línea de 23 kV.
- Puesta a tierra cercos nuevos.
- Montaje de tableros de distribución de alumbrado y fuerza.
- Canalizaciones de fuerza y control bombas estanque de agua, montaje de botoneras.
- Alumbrado área lavado de camiones, montaje tablero de distribución de alumbrado.
- Construcción malla de puesta a tierra e interconexión con malla Área 150.
- Montaje escalerillas porta conductores.

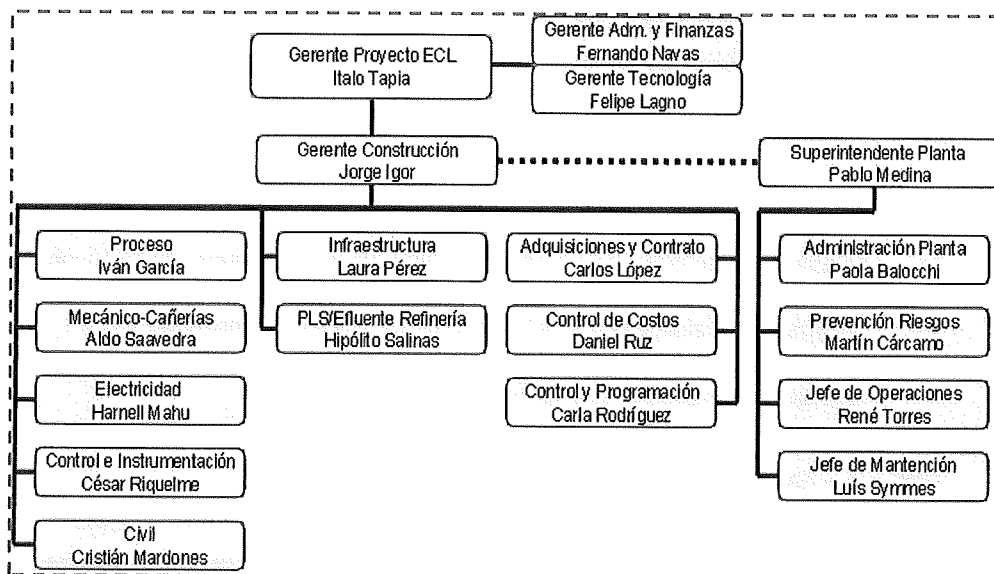
F.17 Área 510 – Preparación Férrico

- Acondicionamiento de estanque pulmón y de mezcla.
- Montaje de dos (2) reactores de lixiviación y equipos auxiliares.
- Diseño y construcción de dos (2) edificios para mitigación de polvo.
- Desmontaje de tolvas existentes y posterior montaje de nuevas tolvas de magnetita.
- Alumbrado interior y exterior del área.
- Construcción malla de puesta a tierra e interconexión con malla existente.

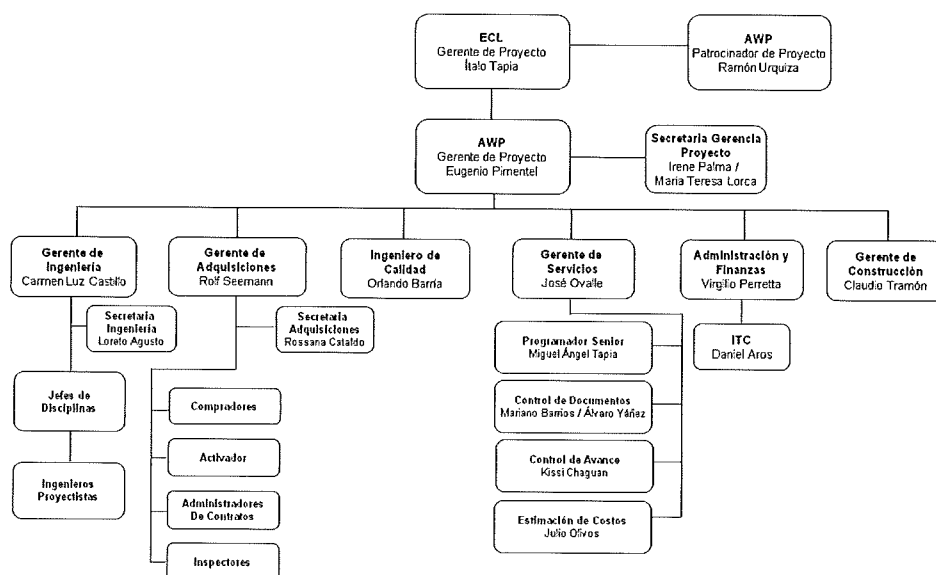
ANEXO G

ORGANIGRAMA DEL PROYECTO

ECL



AWP



ANEXO H

DETALLE DE ORDENES DE COMPRA

OC DE TERRENO VIA ECL PLANTA		
EMPRESA	BREVE DESCRIPCIÓN	N° OC / OS
PROEQUIPOS	Optimización Planta de Tratamiento de Aguas mediante Osmosis Reversa	12751
	Servicio de operación Planta de Osmosis (4 operadores durante 1 mes)	12884
PROQUIMICA	Productos de análisis de agua Caldera de Vapor	12976
DUINSOLI	Trabajos varios (Gastos reembolsable - horas extraordinarias, Etc).	12768
	Extensión cuadrilla instrumentación (16 al 30 de Junio 2012)	12770
	Extensión malla a tierra (subterránea) seccores Caldera y filtro Diemme.	12769
	Extensión de 2 postes (luminarias solares), seccor estacionamiento.	12771
	Extensión cuadrilla de ajuste (2 personas desde el 01 al 15 de Julio 2012).	12762
	Horas extraordinarias maestro instrumentista para trabajos PEM.	12764
	Modificación eléctrica y tramitación SEC galpones construidos por TECNO (Muestrera, combustible, Planta de Osmosis)	12818
	Modificación eléctrica y tramitación SEC galpones construidos por TECNO (Muestrera, combustible, Planta de Osmosis)	12819
	Modificación eléctrica y tramitación SEC galpones construidos por TECNO (Muestrera, combustible, Planta de Osmosis)	12820
	Cableado eléctrico alimentación aire acondicionado y otros	12856
TECNO	Instalación luminaria de Gancho seccor Silo	12892
	Instalación de Phmetro, Reactor 024	13154
	Fabricación y Montaje portón Acceso Planta ECL	12815
POLYMIN	Cuadrilla PEM Marzo a Junio - Arriendo andamios Abril a mayo, Etc.	12984
	Gastos reembolsables (piedra ornamental)	12983
	Soldar e instalar amortiguador parte superior TK 038 - Sellar contorno y cerrar tapa hombre del Reactor 025.	12772
COSKA	Cambio y Reparación cañería Efluente Refinería	12767
	Suministro, fabricación e instalación láminas de FRP de 5mm en tapas de Reactores 024/025/026 más Fab. y montaje caja protectora sensor de nivel en Reactor 130-RE-001.	12883
	Trabajos varios línea Efluente Refinería Interior Codeco.	12774
ROLEC	Cambio tramo de 500m de cañería línea Efluente de Refinería	12777
	Plataforma metálica con barandas	13060
	Sum. Y montaje chapa en Sala Eléctrica correa 16	13059
INAMR	Trabajos de Redistribución de cargas eléctricas en Boladero	12840
FERRCEN	Suministro de 2 Bolsas Guarda Cadenas (Teclis)	12778
DARTEL	Suministro adicional de materiales de aislación para Revestimiento térmico.	12722
ECOMÁN	Suministro cable 4 x 8 AWG MD	12478
	Trabajos varios para inauguración. Primera asignación	12610
	Trabajos varios para inauguración. Segunda asignación	12785
	Montaje de elementos y componentes interiores espesador DELKOR	12739
	Cambio ampollas - Recambio luminarias tipo tortuga - Cambio relojes Temp.	12775
	Cuadrilla ajuste - Estera de Hormigón - Arriendo camión Pluma.	12780
	Misceláneos (Sello escalera en sala eléctrica CCm F. Diemme SEC, Etc.	12794
	Cuadrilla de ajuste PEM (desde el 05 de Julio al 31 de Agosto)	12981
	Implementación pozo para purgas Caldera de Vapor y Apoyo a Bodega	13062
	Trabajos complementarios OO CC	12979
METALYCOM	Toma exámenes de arsénico a personal de Ecoman	13061
	Reacondicionamiento y Fabr. componentes interiores espesador DELKOR	12636
GRAPHIX WEB	Reparación elementos internos espesador DELKOR y fabricación flanges para filtro Diemme.	12773
	Suministro Placas TAG Number Salas Eléctricas	12409
INTER FLUID	Suministro Placas TAG Number Salas Eléctricas	12479
PEIDE	Suministro 4 válvulas de presión con manómetro	12637
MONTERMIC	Compra de 3 transformadores de corriente para transferencia automática TTQA y grupo de emergencia.	12735
JC SERVICIOS	Compra equipo aire acondicionado para Sala Eléctrica Filtro Diemme	12740
MERCK S. A.	2 días de pasantía adicional para Puesta en Marcha de la Caldera	12779
AGA S. A.	Demarcación Vial	12759
PROJETCAD	Servicio MERCK S. A. a solicitud de equipo de Ramp - Up	12761
	Servicio AGA S. A. a solicitud de equipo de Ramp - Up	12760
	Etiquetas adhesivas	12742

OC DE TERRENO VIA AWP		
Proveedor	Concepto	OC N°
Duinsoli	Unión cámara derivación	11228
Duinsoli	Traslado garitas de guardias	11227
Tecno	Desarme y traslado de galpón	11226
Tecno	Chute de descarga y modif. Estruct.	11224
Polymin	Tapas de FRP para reactores	11194
Polymin	Fabricación tapas de FRP	11475
Duinsoli	Trabajos varios en terreno	11456
Mabet	Barras antipánico con manillas	11730
Proequipos	Programación PLC PTAS	11749
Duinsoli	Trabajos menores varios	11748
Polymin	Trabajos menores varios	11759
Coska	Fabricación e instalación escalas	11761
Pro Química	Aditivos químicos	11750
Serval	Acceso Planta ECL	11841
Constructora Mate	Instalación Pernos de Anclaje	11755
Duinsoli	Terminaciones P-AAA 1ra. Etapa	11921
Serval	Terminaciones P-AAA 1ra. Etapa	11922
Duinsoli	Trabajos varios Planta ECL	11916
Polymin	Trabajos varios Planta ECL	11913
Abmatic	Softwares de integración	11926
Duinsoli	Trabajos varios en terreno	11934
CS Servicios	Retiro e instalación de fuentes RX	12170
Duinsoli	Terminaciones P-AAA 2da. Etapa	11991
Tecno	Terminaciones P-AAA 2da. Etapa	11990
Duinsoli	Trabajos varios en terreno	11936
Coska	Terminaciones P-AAA 3ra. Etapa	12060
Villela	Balanza digital	11987
Polymin	Sello de Placas de Soportes Baffles	11988
Maestranza Diesel	Aceiteras para bombas Sulzer	12043
Polymin	Trabajos varios en Planta ECL	12059
Coska	Trabajos varios en Planta ECL	12057
Duinsoli	Trabajos varios en Planta ECL	12058
Tecno	Terminaciones P-AAA 4ta. Etapa	12177
Duinsoli	Terminaciones P-AAA 4ta. Etapa	12155
Coska	Terminaciones P-AAA 4ta. Etapa	12141
Ineco	KVM Switch	12140
Los Maitenes	Trabajos varios (rigger)	12156
Rolec	Bobina de Trip para interruptor	12169
Duinsoli	Trabajos varios en terreno	12175
Los Maitenes	Trabajos varios	12176
Polymin	Trabajos varios Planta ECL	12179
Ekato Chile	Asesoría adicional PEM	12258
Thermal Engineering	Tablero de Control Caldera	12259
Duinsoli	Instalación Tablero de Control Cald.	12260
Thermal Engineering	Repuestos adicionales	12236
Desimat	Cable malla de tierra	12293
Duinsoli	Trabajos varios en terreno	12340
Los Maitenes	Trabajos varios en Planta ECL	12341
Cummins	Mantenimiento preventivo Generador	12339
Inamar	Asesoría verif. Conex. y func. Tecles	12357
Duinsoli	Conexiones a malla de tierra	12363
Gismac	Fusiones y certificaciones fibra ópt.	12362
Maestranza Diesel	Reparación y mantención bomba	12366
Thermal Engineering	Repuestos adicionales caldera	12367
Pro Química	Laboratorio portátil y asesoría	12364
ITEC Ltda.	Transformador mofásico y gabinete	12422
Los Maitenes	Trabajos varios en Planta ECL	12368
Los Maitenes	Apoyo limpieza general Planta ECL	12369

OC DE TERRENO VIA AWP		
Proveedor	Concepto	OC N°
Coska	Estructuras soprtantes y barandas	12372
Tecno	Instalación aceras peatonales	12371
Polymin	Trabajos varios en Planta ECL	12370
Proequipos	Sensor de conductividad y otros	12427
Thermo Fisher	Calibración y prueba pesómetro	12426
Danus	Reguladores de flujo angular 8 x 1/4	12365
Thermal Engineering	Asistencia técnica adicional	12437
Asinpro	Suministro y servicios PEM PLC	12458
Ferrcen	Aislación térmica cañerías y reactor	12480
Tyco Services	Charla capacitación	12428
Proequipos	Capacitación operadores Planta OI	12460
Dartel	Enchufes industriales	12494
Duinsoli	Instalación transformador	12514
Duinsoli	Trabajos varios en terreno	12515
Duinsoli	Instalación bischofita y otros	12429
Ineco	Servicios adicionales PEM	12531
Los Maitenes	Cuadrillas de apoyo	12517
Los Maitenes	Instalación logos ECL y otros	12516
Los Maitenes	Bloqueos, bisagras y pernos	12533
Thermal Engineering	BMS Honeywell	12532
Tecno	Personal de apoyo a bodega	12518
Stebbins	Reparación reactor 450-RE-025	12600
Los Maitenes	Cuadrillas limpieza general	12629
Los Maitenes	Cuadrilla limpieza general	12631
Polymin	Flanges FRP	12626
Polymin	Revestimiento TK - 210	12627
Polymin	Reparación patio salvataje y 80 mts.	12628
Duinsoli	Trabajos varios en terreno	12625
Coska	Barandas sector filtro Diemme	12633
Duinsoli	Cuadrilla Instrum y normaliz tierra	12624
Endress + Hauser	Evaluación laboratorio a flujómetro	12519
Jomar	Empaquetadura para TK de ácido	12520
HRI	Servicios PEM eq. Presurización	12630
Tecno	Servicio de personal apoyo bodega	12632
Ekato Chile	Asesoría adicional PEM	12717
Thermal Engineering	Filtros y trampas para vapor	12634
Diemme Italia	Servicios adicionales PEM	12736
Ineco	Servicios adicionales PEM	12756
Proequipos	Limpieza química membranas P-OI	12892
Thermal Engineering	Adicionales PEM caldera	12917
Thermal Engineering	Gastos asistencia PEM caldera	12918
Thermal Engineering	Servicios adicionales caldera	12919
Diemme Italia	Cambio de Orden N° 1 OC N°12736	2736 CO 1
Constructora Mate	Cambio de Orden N° 1 OC N° 11755	1755 CO 1
Los Maitenes	Cambio de Orden N° 1 OC N° 12176	2176 CO 1
Tecno	Cambio de Orden N° 1 OC N° 12177	2177 CO 1
Serval	Cambio de Orden N° 1 OC N° 11841	1841 CO 1
Serval	Cambio de Orden N° 1 OC N° 11922	1922 CO 1
Gismac	Cambio de Orden N° 1 OC N° 12362	2362 CO 1
Coska	Cambio de Orden N° 1 OC N° 12060	2060 CO 1
Coska	Cambio de Orden N° 1 OC N° 12141	2141 CO 1
Polymin	Cambio de Orden N° 1 OC N° 12179	2179 CO 1
Duinsoli	Cambio de Orden N° 1 OC N° 12175	2175 CO 1

PROYECTO PLANTA DE ABATIMIENTO DE ARSÉNICO Y ANTIMONIO, Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS

OC VIA SANTIAGO			
Proveedor	Concepto	N° OC	Observación
Diemme	Filtro prensa precipitación arsénico	9391-9979	
Tersainox	Reactores y Estanques	9361	
Socometal	Estructuras metálicas	9685	
Outotec	Molino de bolas	9341	
Ineco	Sistema de control	9763-9769	
Peide	Sala electrica	9733	
Thermal Engineering	Caldera	9547	
Agru	Cañerías de polipropileno	9468	
Delkor	Espesador precipitador de arsénico	9392	
Ekab	Agiladores	9365	
Ruhrpumpen Chile Ltda.	Bombas impulsión PLS	9731	
Sulzer	Bombas de pulpa	9773	
Ineco	Válvulas de control	9761	
Sulzer	Bombas centrífugas horizontales	9774	
Cuinter	Cañerías acero SAF	9719	
Fastpack	Válvulas manuales en acero SAF	9771	
DCL / Imaqsa	Dosificación del silo	9722	
Flow valve	Válvulas control tipo cuchilla	9721	
Ingersoll Rand	Compresor de tornillos	9725	
Interfluid	Válvulas de venteo y alivio	9720	
Alfa Laval	Intercambiador de calor	9567	
TPI	Fittings de acero SAF	9724	
Tersainox	Cambio de Orden N° 1 OC 9361	9361 CO 1	Se emitió sólo CO1 por US\$18928,56.- (CO1 + CO2)
Bermat	Sistema de comunicación industrial	9832	
Contac	Sistema de información Planta PI	9864-9867	
Ineco	Cambio de Orden N° 1 OC 9761	9761 CO 1	Se emitió sólo CO1 por US\$6510.- (CO1 + CO2)
Agru	Cambio de Orden N° 1 OC 9468	9468 CO 1	
Ineco	Cambio de Orden N° 2 OC 9761	9761 CO 1	Se emitió sólo CO1 por US\$6510.- (CO1 + CO2)
Cummins	Grupo Motor-Generador Emergencia	9938	
Schaffner	Transf. Distrib. y Ducto Barras BT	9976	
Ineco	Flujómetros tipo DP Cell	9937	
Concables	Fibra Óptica y Equipam. de Red	9939	
Tersainox	Cambio de Orden N° 2 OC 9361	9361 CO 2	Se emitió sólo CO1 por US\$18928,56.- (CO1 + CO2)
Endress + Hauser	Densímetros nucleares	9936	
Thermo Fisher	Pesómetro p/ transportador correa	9972	
Inamar	Tecles manuales y eléctricos	9993	Se emitió sólo OC por \$14987080.- (OC + CO1)
Nicolaides	Planta de Osmosis Inv.	9975	
Socometal	Estanques armados en terreno	10066	
SMC Pneumatics Chile	Tableros de Control Neumático	9974	
Asinpro	PLC Efuyente de Refinería	9973	
Schaffner	Transformador de distribución aéreo	9978	
DercoMaq	Cargador Frontal	9994	
E y D Soluciones	Circuito Cerrado de TV (CCTV)	9999	
Fibra	Estanques y chimeneas en FRP	9998	
Tecpromin	Muestreadores	10031	
Sulzer	Cambio de Orden N° 1 OC 9774	9774 CO 1	

PROYECTO PLANTA DE ABATIMIENTO DE ARSÉNICO Y ANTIMONIO, Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS

OC VIA SANTIAGO			
Proveedor	Concepto	Nº OC	Observación
DCL / Imaqsa	Cambio de Orden Nº 1 OC 9722	9722 CO 1	Se emitió sólo CO1 por US\$57308,00.-
Socometal	Cambio de Orden Nº 1 OC 9685	9685 CO 1	
Auter Minería Ltda.	Semáforos	10064	
MSA de Chile	Duchas de Emergencia	10102	
Endress + Hauser	Interrupidores de nivel	10029	
Endress + Hauser	Flujómetros	10030	
Endress + Hauser	Transmisores de nivel	10028	
Ingeniería Ambiental	Filtro de manga insertable	10063	
Schaffner	Transformador Seco	10149	
Revesol	Transportador de Cadenas Silo	10103	Se emitió sólo OC por \$116342538.- (OC + CO1)
Rechek Industrias	Upgrade Planta Flocculante	10100	
Socometal	Calderería	10062	
Endress + Hauser	Instrumentos de Terreno	10059	
Endress + Hauser	Analizadores de PH y ORD	10060	
Técnica Hansa	Deshumidificador	10099	
San Luis Construcciones	Revestimiento de edificios	10148	Se emitió sólo OC por \$49.646.845.- (OC + CO 1)
CTS Chile	Válvulas manuales	10101	
Interfluid	Válvulas manuales	10061	
DCL / Imaqsa	Cambio de Orden Nº 2 OC Nº 9722	9722 CO 2	Se emitió sólo CO1 por US\$57308,00.-
Multioficina (Rocha S.A.)	Mobiliario nuevas oficinas	10105	
Menner y Cañele	Cable de media tensión	10163	
Facoro del Norte	Postes norma Endesa	10166	
Emella	Materiales Línea Aérea 13,8 kV	10168	
Estec	Materiales dispositivos de red	10169	
Inamar	Cambio de Orden Nº 1 OC Nº 9993	9993 CO 1	Se emitió sólo OC por \$14987080.- (OC + CO1)
Diemme SPA	Cambio de Orden Nº 1 OC Nº 9391	9391 CO 1	
Sollex	Manómetros	10241	
Revesol	Cambio de Orden Nº 1 OC Nº 10103	10103 CO 1	Se emitió sólo OC por \$116342538.- (OC + CO1)
Interfluid	Cambio de Orden Nº 1 OC Nº 9720	9720 CO 1	
Mella y Salas	Materiales dispositivos de red	10222	
John Crane Chile	Interrupidores de Flujo	10235	
Vulco (Weir Minerals)	Bombas Peristálticas	10268	
Attex	Cañerías y Fittings CS y SS	10234	
Polytex	Cañerías y Fittings HDPE	10253	
Concables	Cambio de Orden Nº 1 OC Nº 9939	9939 CO 1	
Diemme Chile	Cambio de Orden Nº 1 OC Nº 9979	9979 CO 1	
Nexans Chile	Cables de BT e Instrumentación	10266	
Desimat	Cables de BT e Instrumentación	10267	
Rolec	CCM inteligente BT	10275	US\$10.248,41 por servicios
Bermat	Cambio de Orden Nº 1 OC Nº 9832	9832 CO 1	
Politec	Escalerillas FRP	10297	
Mecánica Industrial MJM	Escalerillas de acero galvanizado	10369	
Cuinter	Cambio de Orden Nº 1 OC 9719	9719 CO 1	
Abmatic	Bobneras	10344	
Weir Minerals - Vulco	Bombas de sumidero	10441	
Ineco	Cambio de Orden Nº 1 OC Nº 9763	9763 CO 1	
Attex	Cambio de Orden Nº 1 OC Nº 10234	10234 CO 1	
Abmatic	Luminarias y accesorios	10368	
Fastpack	Flanches	10439	
Diemme Chile	Cambio de Orden Nº 2 OC Nº 9979	9979 CO 2	

PROYECTO PLANTA DE ABATIMIENTO DE ARSÉNICO Y ANTIMONIO, Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS

OC VIA SANTIAGO			
Proveedor	Concepto	Nº OC	Observación
Nexans	Cambio de Orden N°1 OC N° 10266	10266 CO 1	
EMASA	Hidrolavadora	10442	
Outotec	Repuestos Filtro Larox	10470	
Delkor	Repuestos Espesador	10630	
Control para la Industria	Repuestos Filtro Larox	10516	
Dinecom	Sistema Audiovisual	10471	
Peide	Cambio de Orden N° 1 OC N° 9733	9733 CO 1	
Proequipos	Estanques y sensores para PTAS	10594	Se emitió sólo OC por \$7.920.000.- (OC + CO 1)
Tyco Flow Control Chile	Bomba móvil de succión de lodos	10472	
AM Chile	Elementos red contra incendio	10438	
Diemme SpA	Cambio de Orden N° 2 OC N° 9391	9391 CO 2	
Endress + Hauser	Cambio de Orden N° 1 OC N° 10059	10059 CO 1	
Endress + Hauser	Cambio de Orden N° 1 OC N° 10029	10029 CO 1	
Endress + Hauser	Cambio de Orden N° 1 OC N° 10028	10028 CO 1	
Concables	Cambio de Orden N° 2 OC N° 9939	9939 CO 2	
Desimat	Tableros de fuerza, alumbrado e Inst	10440	
Ineco	Cambio de Orden N° 2 OC N° 9763	9763 CO2	
Peide	Cambio de Orden N° 2 OC N° 9733	9733 CO2	
Politec	Cambio de Orden N° 1 OC N° 10297	10297 CO 1	Sólo modifica plazo de entrega
E y D Soluciones	Cambio de Orden N° 1 OC N° 9999	9999 CO 1	Se emitió sólo CO 1 por US\$ - 2.055,12.- (CO 1 + CO 2)
John Crane Chile	Cambio de Orden N° 1 OC N° 10235	10235 CO 1	
Thermo Fisher	Cambio de Orden N° 1 OC N° 9972	9972 CO 1	
Ineco	Cambio de Orden N° 2 OC N° 9761	9761 CO 2	
TPI	Cambio de Orden N° 1 OC N° 9724	9724 CO 1	
San Luis Construcciones	Cambio de Orden N° 1 OC N° 10148	10148 CO 1	Se emitió sólo OC por \$49.646.845.- (OC + CO 1)
Cical	Mangueras flexibles	10668	
Flexilafina	Juntas de expansión	10669	
Nicolaides	Sistema separador de aceite	10659	
DCL / Imaqsa	Cambio de Orden N° 3 OC N° 9722	9722 CO 3	Se emite como CO 2
Tersainox	Cambio de Orden N° 3 OC N° 9361	9361 CO 3	CO 03 de adjudicación equivale a CO 02 de la OC
Fibra	Cambio de Orden N° 1 OC N° 9998	9998 CO 1	
Polytex	Cambio de Orden N° 1 OC N° 10253	10253 CO 1	
SMC Pneumatics Chile	Cambio de Orden N° 1 OC N° 9974	9974 CO 1	
TPI	Cambio de Orden N° 2 OC N° 9724	9724 CO 2	
Agru	Cambio de Orden N° 2 OC N° 9468	9468 CO 2	
Cuinter	Cambio de Orden N° 2 OC N° 9719	9719 CO 2	
Diemme Chile	Cambio de Orden N° 3 OC N° 9979	9979 CO 3	
Endress + Hauser	Cambio de Orden N° 1 OC N° 10060	10060 CO 1	
Tersainox	Estanques misceláneos	10583	Se emitió sólo OC por \$38.750.000.- (OC + CO 1)
Duinsoli	Remodelación Sala de Servidores	10657	
Tecpipe	Estanques Línea PLS	10606	
Rolec	Variadores de Frecuencia	10581	OC 10581: 1 por US\$38.619.- por suministros y 1 por US\$9.620,70.- por servicios
Fastpack	Fittings de acero SAF	10605	
CTS Chile	Cambio de Orden N° 1 OC N° 10101	10101 CO 1	
Proequipos	Cambio de Orden N° 1 OC N° 10594	10594 CO 1	Se emitió sólo OC por \$7.920.000.- (OC + CO 1)
Ebosa	Materiales dispositivos de red	10901	
Endress + Hauser	Cambio de Orden N° 2 OC N° 10028	10028 CO 2	
Fibra	Cambio de Orden N° 2 OC N° 9998	9998 CO 2	
Polytex	Cambio de Orden N° 2 OC N° 10253	10253 CO 2	

PROYECTO PLANTA DE ABATIMIENTO DE ARSÉNICO Y ANTIMONIO, Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS

OC VIA SANTIAGO			
Proveedor	Concepto	Nº OC	Observación
Desimat	Cambio de Orden N° 1 OC 10267	10267 CO 1	
Nexans	Cambio de Orden N° 2 OC N° 10266	10266 CO 2	
Interfluid	Cambio de Orden N° 1 OC 10061	10061 CO 1	
Ingeniería Ambiental	Cambio de Orden N° 1 OC 10063	10063 CO 1	
TPI	Cambio de Orden N° 3 OC N° 9724	9724 CO 3	
Desimat	Cambio de Orden N° 2 OC 10267	10267 CO 2	
Tyco Services	Sistema Detección Incendio	10683	
Alfa Delta	Bombas misceláneas	10730	
Pressline	Bombas misceláneas	10733	
Precisión S.A.	Escalera abatible	10734	
Tersainox	Cambio de Orden N° 1 OC N° 10583	10583 CO 1	Se emitió sólo OC por \$38.750.000.- (OC + CO 1)
E y D Soluciones	Cambio de Orden N° 2 OC N° 9999	9999 CO 2	Se emitió sólo CO 1 por US\$ - 2.055,12.- (CO 1 + CO 2)
Endress + Hauser	Cambio de Orden N° 1 OC N° 10030	10030 CO 1	
Rolec	Retrofit eléctrico	10788	OC 10788: 1 por US\$137.930,98.- por suministros Ok y 1 por US\$45.021,07.- por servicios Ok
Schaffner	Cambio de Orden N° 1 OC N° 9976	9976 CO 1	
TPI	Cambio de Orden N° 4 OC N° 9724	9724 CO 4	
Socometal	Cambio de Orden N° 1 OC N° 10062	10062 CO 1	Se emitió sólo CO 1 por \$63.315.836.- (CO 1 + CO 2)
Mulficima (Rocha S.A.)	Cambio de Orden N° 1 OC N° 10105	10105 CO 1	
TPI	Baños acero SAF para agitadores	10753	
HRI	HVAC + presuriz. sala eléctrica	10805	
Mabet	Parrillas metálicas para canaletas	10863	
Rechtek Industrias	Cambio de Orden N° 1 OC N° 10100	10100 CO 1	
Bordoni y Bordoni	Bombas desplazamiento positivo	10877	Se emitió sólo OC por US\$35.690,00.- (OC + CO 1)
DCL / Imaqsa	Cambio de Orden N° 4 OC N° 9722	9722 CO 4	Se emite como cambio de orden N° 3
DCL / Imaqsa	Cambio de Orden N° 5 OC N° 9722	9722 CO 5	Se emite como cambio de orden N° 4
Diemme Chile	Cambio de Orden N° 4 OC N° 9979	9979 CO 4	
Fastpack	Cambio de Orden N° 1 OC 9771	9771 CO 1	
Fastpack	Cambio de Orden N° 2 OC 9771	9771 CO 2	
Fastpack	Válvulas de compuerta	10491	
Socometal	Cambio de Orden N° 2 OC N° 10062	10062 CO 2	Se emitió sólo CO 1 por \$63.315.836.- (CO 1 + CO 2)
Rolec	Extracción de parámetros en relés	11123	
Improfor	Implementos de seguridad	10923	
FYR	Implementos de seguridad	10924	
Polymín	Reparación estanque bioreactor	10928	
Proequipos	Suministro adicional nueva PTAS	10957	
Duinsoli	Cambio de Orden N° 1 OC N° 10657	10657 CO 1	
Delkor	Cambio de Orden N° 1 OC N° 9392	9392 CO 1	
Proinox	Soportes para sensores de T°	10981	
Bordoni y Bordoni	Cambio de Orden N° 1 OC 10877	10877 CO 1	Se emitió sólo OC por US\$35.690,00.- (OC + CO 1)
Cuinter	Cañerías y flanges CS y SS	10958	
Tersainox	Cambio de Orden N° 4 OC N° 9361	9361 CO 4	Se emite como cambio de orden N° 3
Vulco (Weir Minerals)	Cambio de Orden N° 1 OC 10268	10268 CO 1	
Tersainox	Cambio de Orden N° 2 OC 10583	10583 CO 2	Se emite como cambio de orden N° 1
Electroram	Antena Radio Frecuencia	11102	
Duinsoli	Trabajos eléctricos	11085	
Mabet	Puertas y Portones	11010	
Weir Minerals - Vulco	Cambio de Orden N° 1 OC 10441	10441 CO 1	
Fastpack	Flanches	11185	
Tekfusion	Flanches	11184	
Politec	Cambio de Orden N° 2 OC 10297	10297 CO 2	Aprobación ECL se emite como CO 1

PROYECTO PLANTA DE ABATIMIENTO DE ARSÉNICO Y ANTIMONIO, Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS

OC VIA SANTIAGO			
Proveedor	Concepto	N° OC	Observación
AM Chile	Cambio de Orden N° 1 OC 10438	10438 CO 1	
Rolec	Cambio de Orden N° 1 OC 10581	10581 CO 1	CO: 1 por US\$5.535,00.- por servicios Ok, 1 por US\$11.666,90.- por suministros Ok
Abmatic	Cambio de Orden N° 1 OC 10368	10368 CO 1	
Cuinter	Flanches	11186	
Desimat	Cambio de Orden N° 3 OC 10267	10267 CO 3	
R & T Industrial	Trabajos menores	11130	
PBS Ltda.	Servicio de protecciones eléctricas	11187	
Proequipos	Cámara de rejas, válvulas y conex.	11131	
Osmosis y Cogeneración	Cañerías y codos SAF 2205	11225	
Socometal	Instalación de recubrimiento	11195	
Desimat	Cambio de Orden N° 4 OC 10267	10267 CO 4	
Desimat	cambio de Orden N° 1 OC 10440	10440 CO 1	
Ineco	Cambio de Orden N° 3 OC N° 9763	9763 CO 3	
Servicomp (Schulz)	Compresor portátil de pistón	11276	
Black Box Chile	Cable de comunicación UTP	11253	
Respla	Perfiles C en FRP	11252	
John Crane Chile	Cambio de Orden N° 2 OC N° 10235	10235 CO 2	
Nicolaidés	Cambio de Orden N° 1 OC N° 9975	9975 CO 1	
Agru	Cambio de Orden N° 3 OC 9468	9468 CO 3	
Rolec	Cambio de Orden N° 2 OC 10581	10581 CO 2	
HRI	Mantenición Eq. Aire Acondicionado	11434	
Oublec	Cambio de Orden N° 1 OC N° 9341	9341 CO 1	
Tecpromin	Cambio de Orden N° 1 OC N° 10031	10031 CO 1	
Thermal Engineering	Cambio de Orden N° 1 OC N° 9547	9547 CO 1	
Socometal	Modificaciones a estructuras	11553	
San Luis Construcciones	Cambio de Orden N° 2 OC N° 10148	10148 CO 2	Se emite como cambio de orden N° 1
Aceros Santa Ana de B.	Bolas de Molenda	11438	
Abmatic	Cambio de Orden N° 2 OC 10368	10368 CO 2	
Electroram	Arriendo de radios	11440	Contrato arriendo complementario a OC recibido Ok
Rechlek Industrias	Cambio de Orden N° 2 OC N° 10100	10100 CO 2	
Fastpack	Válvula compuerta ácido sulfúrico	11470	
Rolec	Gaveta CCM 3X	11515	
Flexicon	Soplador, filro y motor de repuesto	11506	
Endress + Hauser	Flujómetro adicional	11550	
JHG Ingenieros	Auditoría y Certificación de Caldera	11599	
Imaqsa	Celdas de carga Silo	11698	
Nicolaidés	Tablero de Control	11764	Se emitió sólo OC por US\$38.514,00.- (OC + CO 1)
DCL	Servicios PEM Silo	11657	
Rotary Valves	Válvulas de control moduladas	11699	
Inoxa	Contraplacas baffles de reactores	11731	
Cementos Bío Bío	Caliza	11897	
Endress + Hauser	Transmisores de temperatura	11751	
Sotraser	Transporte de Magnetita	12120	
Eecol Electric	Balizas y Sirenas	11839	
Nicolaidés	Adicional para Tablero de Control	11764	Se emitió sólo OC por US\$38.514,00.- (OC + CO 1)
Sulzer	Sistema cebador agua de sello	11805	
Rotary Valves	Válvula de seguridad	11887	
Electroram	Cambio de Orden N° 1 OC N° 11440	11440 CO 1	
TecnoControl	Multímetro	11927	
Desimat	Cambio de Orden N° 5 OC N° 10267	10267 CO 5	Se emite sólo documento de aprobación ECL para regularizar despacho en exceso
Electroram	Cambio de Orden N° 2 OC N° 11440	11440 CO 2	
DCL	Adicional servicios PEM	11657 CO 1	Se emite sólo documento de aprobación ECL para regularizar servicio en exceso
Thermo Fisher	Pesómetro y polines área 180 y 510	12289	
Diemme Chile	Cambio de Orden N° 5 OC N° 9979	9979 CO 5	
ITEC Ltda.	Transformador tablero de control	12308	
Nicolaidés	Repuestos adicionales Planta Oi	12319	
Proequipos	Instrumentos de medición Planta Oi	12320	
Asinpro	Servicios PEM y pruebas PLC	12318	
Diemme Italia	Servicios adicionales PEM	12316	
Peide	Cambio de Orden N° 3 OC N° 9733	9733 CO 3	
Tecpromin	Cambio de Orden N° 2 OC N° 10031	10031 CO 2	
Electroram	Cambio de Orden N° 3 OC N° 11440	11440 CO 3	
Peide	Cambio de Orden N° 4 OC N° 9733	9733 CO 4	Sólo se modifica garantía bancaria final (se divide en 2 boletas)
Rechlek Industrias	Cambio de Orden N° 3 OC N° 10100	10100 CO 3	

ANEXO I

ADMINISTRACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN

El equipo de Administración de la Construcción tuvo a su cargo el desarrollo de las siguientes:

- Preparación de un Plan de Contratos para los contratos de Construcción.
- Preparación y presentación de una estrategia de contratación de las obras de construcción de modo de minimizar el plazo de ejecución.
- Definición del alcance de cada paquete a ser licitado como contrato de construcción, de las responsabilidades de los suministros y de la preparación de un programa de construcción.
- Preparación de un listado de contratistas a ser invitados y de la documentación para la licitación.
- Envío de invitaciones y coordinación de visitas a terreno programadas con los proponentes y entrega de aclaraciones de la licitación.
- Preparación de respuestas a consultas y aclaraciones durante el proceso de la licitación.
- Preparación de métodos de evaluación que garanticen la competencia y transparencia de los procesos de asignación.
- Recepción y evaluación de las ofertas, con recomendación de adjudicación.
- Preparación de los contratos para los proponentes adjudicados.
- Establecer entre AWP, ECL Proyectos y ECL Planta el procedimiento de entrega de áreas para la construcción a CyT, según el documento "Protocolo de Condiciones de Traspaso de Instalaciones y Áreas", así como los protocolos establecidos por áreas.
- Establecer entre AWP y ECL Proyectos y ECL Planta las políticas y reglamentos que rigieron el acceso a las áreas de trabajo, el cumplimiento de reglamentos de protección del medio ambiente durante la construcción, los reglamentos de prevención de riesgos, de seguridad industrial y reglamentos de trabajo.
- Otorgar los permisos de ingreso provisorio y/o permanente a cada empresa contratista o proveedor durante el desarrollo de la asistencia contratada para la etapa de construcción.
- Entrega oportuna de las áreas de trabajo liberadas para la ejecución de actividades de construcción y montaje por parte de empresas contratistas.

- Identificar potenciales fuentes generadoras de reclamos de los contratistas de construcción.
- Administración de los contratos de construcción.
- Revisar, con cada contratista de construcción y sus empleados, el reglamento de administración y protección de las personas, de recursos y del medio ambiente y controlar el cumplimiento de los programas de prevención de riesgos, procedimientos y requerimientos del contratista de construcción.
- Preparación de instructivos y esquemas para información de apoyo a la construcción y montaje (Ingeniería de Terreno).
- Realización de reuniones de inducción con cada una de las empresas contratistas de construcción para dar a conocer las políticas, planes y reglamentos de ECL en esta materia.
- Asesorar y aprobar los procedimientos de tareas críticas que se requirieron durante la Construcción.
- Participación y/o asesoría en la investigación de incidentes ocurridos durante la construcción del proyecto.
- Controlar y validar las cantidades contratadas y la cuantificación de las cubicaciones de movimientos de tierra, hormigones y otros que fueran aplicables, según especialidad comprometida durante la Construcción.
- Coordinación anticipada de la ejecución de las conexiones a instalaciones existentes (tie-ins), que fueron ejecutados en paradas de Planta.
- Control en el terreno de las actividades de recepción, almacenamiento, bodegaje y custodia de equipos y materiales recibidos por los contratistas de construcción en sus bodegas o áreas de trabajo; manejar el exceso de suministro y la falta de éste.
- Administración de entrega de equipos y materiales a los contratistas de construcción.
- Administración y control de la adquisición de materiales nacionales y locales por parte de los contratistas de construcción para el Proyecto.
- Revisión, inspección y coordinación de la obra completa de construcción con los programas, permisos, presupuestos, planos de diseño, especificaciones.
- Resolver los problemas de límites de responsabilidad para minimizar interrupciones o pérdidas y tomar acciones correctivas según necesidades.
- Revisar, actualizar y controlar el programa de construcción del Proyecto.
- Sostener reuniones permanentes con las empresas contratistas para aclarar temas administrativos y técnicos.

- Preparar y emitir informes mensuales de avance de las actividades.
- Resolución de reclamos de los contratistas de construcción.
- Coordinación semanal con los contratistas de construcción para revisar y analizar la gestión administrativa y de recursos y los trabajos realizados.
- Recibir los pedidos y estados de pago de los contratistas, verificar las cantidades y montos a cobrar, en concordancia con lo establecido en los respectivos contratos de construcción.
- Revisar antecedentes para devolución de pago de bonos a trabajadores de empresas de construcción.
- Modificar o cambiar el contrato con algún contratista, negociar los cambios y luego de la aceptación por parte de ECL, emitir formalmente las Órdenes de Cambio.
- Aprobación de todo cambio "como construido" registrado por los contratistas de construcción ("red-lines"), en su posición o configuración final de las obras bajo tierra, de los ítems eléctricos, de instrumentación y control y de cañerías en los planos de construcción, para corregir por Ingeniería los planos originales.
- Contratar, supervisar y controlar las pruebas no destructivas y las inspecciones de calidad, manteniendo registros de inspección, en caso de ser solicitado con fines de cumplimiento de garantías o para demostrar el cumplimiento de los trabajos de acuerdo a ciertas certificaciones, planos, especificaciones o criterios.
- Realizar un catastro completo y valorizado de las existencias remanentes del Proyecto (excedentes de obra). Entregar un resumen completo con la información de cada material y equipo, repuestos y componentes que resultaron al término de la construcción (entrega de bodegas).
- Asistir y/o apoyar al equipo de la PEM durante el inicio de las actividades para las diferentes unidades funcionales del Proyecto.
- Manejar información que permitan hacer el cierre de los contratos de construcción una vez finalizados y cumplidos los términos, procesada toda su facturación, resuelto todo reclamo o disputa pendiente y resuelta toda orden de cambio.

ANEXO J

P-AAA: PRINCIPALES FACTORES EN AUMENTO DE COSTO INVERSIÓN

A) AUMENTO COSTO DE INVERSIÓN DEL PROYECTO

El Capex del proyecto fue de KUS\$ 65.800 estimado en Junio/2010, con tasa de cambio a \$532/US\$ y el costo terminó en KUS\$ 82.800 en Agosto/2012, con tasa de cambio promedio ponderado durante el proyecto de \$ 492/US\$. En consecuencia el sobre-costo del proyecto fue de KUS\$ 17.000. El sobre costo incluye un valor de KUS\$ 6.500 por diferencia de tasa de cambio, por lo que el efecto propio de aumento del Proyecto fue de KUS\$ 10.500.

En cuadro siguiente se indican las diferentes partidas del presupuesto y los valores finales alcanzados (detalles en página 8).

PROYECTO AAA	PRESUPUESTO	FINAL P-AAA	DIFERENCIA
	Capex jun-10 US\$	Costo Final ago-12 US\$	Sobrecosto US\$
INGENIERÍA Y ADMINISTRACIÓN EPCM	8.839.465	15.368.735	6.529.270
Contrato EPCM - AWP	8.428.465	13.793.850	5.365.386
Otros Ingeniería	411.000	1.574.885	1.163.885
ADQUISICIONES	22.316.796	22.939.803	623.007
CONSTRUCCIÓN	24.169.170	36.334.723	12.165.553
Contrato C-202/C-203 CyT	19.936.919	28.422.989	8.486.069
Otros Menores	4.232.250	7.911.734	3.679.484
PUESTA EN MARCHA (PEM)	1.611.723	2.012.385	400.662
COSTOS DEL DUEÑO	3.446.931	6.160.573	2.713.642
TOTAL	60.384.084	82.816.219	
Contingencias CAPEX	5.419.247	0	0
TOTAL CAPEX	65.803.331	82.816.219	17.012.888

A continuación se indican los principales factores que influyeron en el aumento del costo de inversión del proyecto.

B) AUMENTO COSTO CONTRATO SERVICIO EPCM CON AWP

B.1 Causas Principales

El aumento de costos por el servicio de EPCM se origina por tres causas principales:

- Modificaciones en el alcance de los Servicios,
- Aumento en los plazos del Proyecto, y
- Aumento en los gastos generales.

B.1.1 Modificaciones en el alcance de los Servicios: se pueden enumerar, entre otros, las siguientes actividades:

- Línea de PLS (excepto ingeniería desarrollada por JRI), incluidas las nuevas piscinas 4 y 5 y la estación de bombeo de PLS limpio.
- Nuevo camino de acceso a Planta.
- Otras partidas adicionales como por ejemplo: nuevo estanque de lixiviación de polvos, pesómetros en correas de caliza y magnetita.
- Reubicación sala de control
- Participación en contrato de insumos (petróleo, peróxido, etc.).

B.1.2 Aumento de plazos: se deben a las siguientes razones:

- Extensión en los plazos de construcción debido a:
 - Modificación en los alcances de las partidas de construcción (por desarrollo de ingeniería de detalles)
 - Atraso en la entrega de la ingeniería para construcción
 - Atraso en el suministro de materiales de la obra, tales como las estructuras metálicas
 - Atraso en el suministro de los equipos por parte de los vendedores
- Atraso en la entrega de áreas operativas de la Planta para construcción
- Problemas en la puesta en marcha por deficiencia en equipos como planta de osmosis, caldera y espesador.
- Atraso en la llegada de los representantes vendedor para la puesta en marcha de los equipos principales

NOTA: En la negociación por los aumentos del plazo de construcción de los costos directos de administración de construcción, ECL canceló a AWP sólo el 63% de dichos costos (descuento de \$ 149 millones). Del mismo modo ECL solo canceló el 70% de los gastos generales correspondientes a la extensión de la fase de construcción (descuento de \$ 76 millones). Estos descuentos que totalizan \$225 millones fueron acordados entre ECL y AWP como reconocimiento de atraso en la ingeniería por parte de AWP y en reemplazo de aplicación de multas y con el propósito de dedicar todos los esfuerzos del equipo en terminar de la mejor forma y lo antes posible el Proyecto.

B.2 Aumento de Costo y Plazo del EPCM

Costo EPCM

Original: \$4.146.804.571 (KUS\$8.428)

Final: \$6.786.574.239 (KUS\$13.794)

Plazo EPCM

Original: 23 meses (21 dic. 2009; 30 nov. 2011)

Final: 13 meses adicionales (al 31 jul. 2012)

Por mayor tiempo en construcción y PEM

C) AUMENTO COSTO CONSTRUCCIÓN

C.1 Con CyT (Contratista Principal)

C.1.1 Principales Conceptos de Aumento

El contrato de construcción con el Consorcio CyT a serie de precios unitarios, sufrió aumentos de costos originados en dos conceptos principales:

- Cambio de alcance en partidas de obra y mayores cantidades de obra (por desarrollo de la ingeniería de detalles)
- Aumento en los plazos de construcción

a) Por cambios de alcance y mayores cantidades de obras.

- **Movimiento de tierras:** El contrato consideraba excavación en terreno de dureza normal, basado en la información de mecánica de suelos disponible para el desarrollo del Proyecto a nivel de ingeniería básica. La realidad mostró que el suelo era del tipo caliche, requiriéndose por su mayor dureza, el uso de equipos especiales para su excavación y mayor tiempo, aumentando el costo de los trabajos.

Este cambio impactó a los movimientos de tierras del depósito de residuos arsenicales (parte de los 300.000 m³), a excavaciones para nuevas piscinas de PLS 4 y 5 (6.000 m³) y a excavaciones de la nueva línea de PLS (7.000 m³). Hubo negociación entre CyT y ECL y se acordó cancelar sólo el 60% del precio unitario ofertado en la propuesta por este tipo de suelo.

Costo Adicional: \$ 643.661.307.- (KUS\$ 1.300)

- **Nuevo acceso a Planta:** Ante requerimiento de Gestión Territorial de DCH se construyó un nuevo camino de acceso a la Planta, el que no era parte del alcance original, ya que se consideraba hasta ese momento usar sólo el acceso existente.

Costo Adicional: \$ 226.748.000 (KUS\$ 460)

- **Efluentes de Refinería:** Trabajos ejecutados en sector de DCH para el efluente de refinería, considerados originalmente de cargo de DCH, como son cañerías de llegada a piscinas, reparación y recubrimiento con HPDE de dos piscinas para acumulación del efluente y mejoras en sala eléctrica existente en el sector.

Costo Adicional: \$ 357.911.625 (KUS\$ 730)

- **Bono SINAMI:** Se acordó con SINAMI cancelar un bono a los trabajadores de la construcción del Proyecto (excepto a la supervisión), no considerado originalmente.

Costo Adicional: \$ 196.887.500 (KUS\$ 400)

- **Mayor Cantidad de Obra:** El Capex se definió con la ingeniería de factibilidad (o básica) y con el desarrollo parcial de la ingeniería de detalles, aparecieron partidas adicionales y aumentos en las cubicaciones de las partidas contratadas a precio unitario.

Como por ejemplo:

- **Reactores y estanques:** acondicionamiento de reactores y adicionalmente se instaló un nuevo estanque para la lixiviación de polvos (ante imposibilidad de llegar al estanque existente con nuevo alimentador).
- **Sala de Control:** reubicación y reemplazo de la sala de control, para incluir nuevo DCS y pantallas acorde con las nuevas tecnologías.
- **Baños:** se construyeron dos baños para operadores en sector caldera y sector peróxido.
- **Obras Misceláneas:** numerosas obras adicionales que aparecieron al desarrollar la ingeniería de detalles..

Costo Adicional: \$579.937.666.- (KUS\$ 1.180)

b) Por Aumento de Plazo de Construcción:

1ra., Extensión: Julio a Septiembre de 2011

- **Equipos Principales:** Atraso de 3 a 4 meses en la recepción de equipos del Proyecto, de los cuales 2 meses fueron porque ECL demoró la autorización a los vendedores para compra de materiales e inicio de fabricación de equipos principales (se había autorizado sólo desarrollo de la ingeniería vendedores). Esto último por atraso en obtener ECL el contrato con (DCH), condición puesta por Directorio de Codelco para recibir los fondos aprobados.
- **Entrega de Áreas:** Atraso en la entrega de áreas de la Planta que se encontraba en operaciones y que debían ser intervenidas por construcción (estanque magnetita, sistema de caliza, reactores 25 y 26, reemplazo de sistema ácido sulfúrico, etc.).
- **Ingeniería:** Atraso en la entrega de planos y documentos de ingeniería al contratista de construcción (2 meses, en paralelo con atraso en equipos).

- **Línea de Efluente:** Se requirió obtener permiso de servidumbre ante un 3ro, CONACSA (se desconocía que a su vez tenía servidumbre de CODELCO), lo que retrasó en 3 meses (en paralelo con otros atrasos) intervención en un sector de 1,8 km de la nueva línea de PLS.

2da., Extensión: Octubre a Diciembre 2011

- **S. Eléctrica y Peróxido:** Entrega tardía por el vendor, PEIDE, de la extensión de sala eléctrica N°3 (4 meses) por PEIDE y de los 3 isotanques de peróxido (1 mes en paralelo con atraso sala eléctrica) por SUN.

NOTA: En las dos extensiones de plazo de la construcción, los montos acordados fueron inferiores a los solicitados por CyT como reembolso por aumento en sus gastos generales (supervisión, maquinaria, casino, transporte, etc.) y fue del orden de un 53% de lo solicitado. Esto último fue como reconocimiento por CyT de ser responsable parcialmente del atraso.

- La 1ra. extensión del plazo cubrió del 1 Julio al 30 Septiembre de 2011.
Costo Adicional: \$ 1.170 millones (KUS\$ 2.378)
Lo justificado y solicitado por CyT fueron \$ 2.213 millones
- La 2da. extensión del plazo cubrió del 1 Octubre al 31 Diciembre de 2011
Costo Adicional: \$ 1.000 millones (KUS\$ 2.033)
Lo justificado y solicitado originalmente fueron \$ 1.905 millones
- Los trabajos entre el 1 de Enero al 31 Marzo de 2012 no dieron causa para costo extra, ya que se trató de trabajos menores que no impactaron en los costos de CyT y fueron acordados durante varias semanas de negociación.

C.1.2 Aumento de Costo y Plazo con CyT

Costo CyT

Original: \$9.809 millones (KUS\$ 19.937)

Final: \$13.984 millones (KUS\$ 28.423)

Plazo CyT

Original: 10 meses (Sep. 2010 a Junio 2011)

Final: 9 meses adicionales (a Marzo 2012)
en paralelo con la PEM

Diferencia de Costo con CyT: \$ 4.175 millones (KUS\$ 8.486) en los que corresponde un 48% a Cambios de Alcance y un 52% a Mayor Plazo.

C.2 Con Contratistas Menores

Durante el año 2011 y hasta Agosto de 2012 se contrataron alrededor de 20 contratistas de construcción menores que ejecutaron diferentes trabajos en todas las especialidades según lo siguiente:

- **Partidas adicionales:** Inclusión de partidas adicionales detectadas durante la construcción, tales como: reparación de estanques existentes, agregar pesómetros en correas existentes de caliza y de magnetita, segregación de vías peatonales, montaje de estanques de acero de carbono, refuerzo de mallas de tierra, construcción de bodegas menores, etc.
- **Otros trabajos menores:** producto del término de la ingeniería de detalles, en todas las disciplinas.

Costo Adicional: \$ 1.750 millones (KUS\$ 3.600)

D) AUMENTO COSTO DE PUESTA EN MARCHA (PEM)

Los aumentos de costos de la Puesta en Marcha (PEM) se produjeron principalmente por el mayor plazo en su ejecución (4 meses, pero hubo traslapo con la Construcción), debido a los siguientes conceptos:

- D.1 Caldera:** Atraso en 2 meses en la puesta en marcha de caldera por falla de un componente. La causa podría ser que el componente del sistema de encendido era muy sensible ante armónicas existentes en la red eléctrica. No hubo conclusión verificable y se resolvió el problema con solución dada en terreno por técnicos del vendor y de ECL.
- D.2 Espesador:** Atraso en 1 mes en la puesta en marcha de espesador por falla de eje, el que hubo que reparar localmente e involucró a la operación del filtro DIEMME por no tener pulpa a filtrar, con lo que se requirió esperar a que los técnicos de este último estuvieran disponible en otra fecha.
- D.3 Línea de efluente:** Por intervención de Codelco, Mina Sur, (causó roturas) en línea de efluente refinera motivando retraso en puesta en marcha de esta línea en 1 mes.

NOTA: El mayor plazo en la PEM involucró un mayor tiempo y costo del servicio EPCM con AWP y del equipo de ECL; ambos aumentos de costos ya incluido en los puntos B) y E).

Adicionalmente hubo mayor gasto en la supervisión de los "vendors" en terreno, producto del atraso en la PEM.

E) AUMENTO COSTO DEL DUEÑO

El costo del Dueño aumentó debido a la extensión de plazo del Proyecto: de Diciembre de 2011 a Julio de 2012. Las principales partidas de aumento del costo del dueño son:

- E.1** **Costo del Equipo del Dueño:** Se requirió mantener al equipo del Dueño en el Proyecto más tiempo del planeado originalmente (8 meses)

Costo Adicional: \$680 millones (KUS\$ 1.380)

- E.2** **Costo de Capacitación:** No se había incluido esta partida en el Capex original. Para este trabajo se contrató a la empresa JHG por un período de 6 meses.

Costo Adicional: \$250 millones (KUS\$ 500)

- E.3** **Costo de Nuevos Operadores:** Se contrataron 11 nuevos operadores por el Proyecto y estuvieron en capacitación 7 después de la PEM y Ram – Up del Proyecto. Costo no considerado en el Capex.

Costo Adicional: \$116 millones (KUS\$235)

DESGLOSE DE COSTOS REALES P-AAA

ANEXO J – Pág. 8/8

