UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA

FACULTAD DE INGENIERIA DE PROCESOS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA METALURGICA

PROPUESTA TECNICA, PROCURA, CONSTRUCCIÓN Y AMPLIACION DE PLANTA ADR A 36,000 TMPD DE LA EMPRESA MINERA SHAHUINDO S.A.

Informe técnico presentado por el Bachiller:

GARCIA RANILLA, FERNANDO ISAIAS

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO METALURGISTA

AREQUIPA – PERÚ

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA

FACULTAD DE INGENIERIA DE PROCESOS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA METALURGICA

Bachiller: **GARCIA RANILLA, FERNANDO ISAIAS**

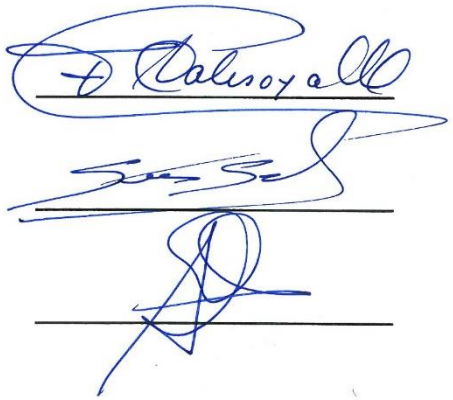
INFORME TECNICO:

PROPUESTA TECNICA, PROCURA, CONSTRUCCION Y AMPLIACION DE LA PLANTA ADR A 36,000 TMPD DE LA EMPRESA MINERA SHAHUINDO S.A.

Mg. FEDERICO CALISAYA MAMANI

Dr. GERMAN RODRIGUEZ VELARDE

Ing. DANIEL SILVA ARCE



DEDICATORIA

A DIOS:

A quien le debo la luz de mí existencia, por haberme puesto en este mundo y permitir admirar los secretos de su sabiduría para la creación del universo científico.

A MIS PADRES:

Julián y Felicitas, Quienes siempre me apoyaron, con su ejemplo y quienes siempre me guiaron por el buen camino.

A MI AMIGO:

Daniel

Quien con su apoyo incondicional en mi formación profesional y logro de mis aspiraciones son fuente inagotable de estímulo y superación.

A MI ESPOSA:

Ines, Que con su perseverancia abnegación y fe, logro que esto fuera posible.

RESUMEN

La empresa minera TAHOE – Unidad Minera SHAHUINDO, que explota depósitos de óxidos, para la obtención de oro y plata.

Está localizado en el distrito de Cachachi, provincia de Cajabamba, departamento de Cajamarca, Perú, a 15 km al oeste de Cajabamba, entre 2 500 y 3 300 msnm.

Cuenta con 37,8 millones de toneladas de reservas estimadas

En las facies de óxidos producto de la meteorización, el oro y la plata están asociados con la jarosita y la hematita, en las facies de sulfuros el oro es de grano muy fino. La pirita de grano fino forma asociación cercana con la mineralización de oro y se presentan como diseminaciones y vetillas y cuerpos semi-masivos, se reportado tetrahedrita, calcopirita, esfalerita, blenda, galena, arsenopirita, estibina, y covelina, la plata está en sulfosales, la alteración hidrotermal da un enriquecimiento en hierro, potasio, arsénico, bario, bismuto, cobre, mercurio y plomo, y el agotamiento de calcio y zinc se registra también pirofilita, alunita, y diáspora.

El método de explotación es a tajo abierto, y el concepto de recuperación de metales es la lixiviación de oro y plata utilizando una solución de cianuro, para luego ser recuperados con carbón activado en una serie de columnas de lecho fluidizado.

La planta ADR tenía una capacidad de procesamiento de 16,000 TMPD y por razones de precios de mercado de los commodities y tecnologías minero metalúrgicas decidieron ampliar la planta ADR a 36 000TMPD, por lo cual la empresa minera TAHOE – Unidad Minera SHAHUINDO requiere de su construcción y diseño, después de un concurso, dicha ampliación lo realizo la empresa HLC Ingeniería y Construcción, de la cual participe, realizando los siguientes trabajos:

Se realizó el desarrollo de la ingeniería de detalle complementaria en las siguientes áreas:

Área 135 - Lixiviación
Área 140 - Adsorción
Área 165 - Manejo de carbón
Área 150 - Desorción y electrodeposición
Área 155 - Lavado ácido
Área 130 - Manejo de reactivos
Área 160 - Regeneración térmica
Área 110 - Facilidades de Planta
Área 170 – Fundición

ABSTRACT

The mining company TAHOE - Unidad Minera SHAHUINDO, which exploits oxide deposits, to obtain gold and silver.

It is located in the district of Cachachi, province of Cajabamba, department of Cajamarca, Peru, 15 km west of Cajabamba, between 2 500 and 3 300 meters above sea level.

It has 37.8 million tons of estimated reserves

In the facies of oxides product of weathering, gold and silver are associated with jarosite and hematite, in the facies of sulfides gold is very fine grain. Fine-grained pyrite forms a close association with gold mineralization and are presented as disseminations and veinlets and semi-massive bodies, reported tetrahedrite, chalcopyrite, sphalerite, blende, galena, arsenopyrite, stibnite, and covelin, silver is in sulfosal , the hydrothermal alteration gives an enrichment in iron, potassium, arsenic, barium, bismuth, copper, mercury and lead, and the depletion of calcium and zinc is also recorded pyrophyllite, alunite, and diaspora.

The exploitation method is open pit, and the concept of metal recovery is the leaching of gold and silver using a cyanide solution, to be then recovered with activated carbon in a series of fluidized bed columns.

The ADR plant had a processing capacity of 16,000 TMPD and for reasons of market prices of the commodities and mining metallurgical technologies decided to expand the ADR plant to 36,000TMPD, for which the mining company TAHOE - SHAHUINDO Mining Unit requires its construction and design, after a contest, this extension was carried out by the company HLC Ingeniería y Construcción, of which it participates, carrying out the following works:

The development of complementary detail engineering was carried out in the following areas:

Area 135 - Leaching
Area 140 - Adsorption
Area 165 - Coal handling
Area 150 - Desorption and electrodeposition
Area 155 - Acid wash
Area 130 - Reagent management
Area 160 - Thermal regeneration
Area 110 - Plant Facilities
Area 170 - Foundry

INTRODUCCION

En el último decenio, se consta que el país ha sabido enfrentar con éxito el desafío impuesto por la política de apertura en los mercados internacionales, alcanzando un crecimiento y desarrollo económico sustentable, con un sector empresarial minero metalúrgico, dinámico, innovador y capaz de adaptarse rápidamente a las señales del mercado. Es por eso la producción de oro en el Perú se ha incrementado considerablemente ubicándose así en el primer productor de oro Latinoamericano y quinto en el mundo.

La Empresa Minera Shahuindo S.A. se encuentra en la actualidad desarrollando el Proyecto Shahuindo, consiste en una mina a cielo abierto y procesamiento de minerales por métodos de lixiviación en pilas estándar.

Shahuindo S.A. ha invitado a HLC Ingeniería y Construcción, para presentar su propuesta de la “AMPLIACION DE PLANTA ADR A 36,000 TMPD”, con el fin de contar con una empresa especializada para su ejecución.

El alcance del proyecto contempla las siguientes áreas: Lixiviación, Adsorción, Desorción, Electrodeposición, Lavado Acido, Regeneración Térmica, Manejo de Carbón, Fundición, Manejo de Reactivos, así como Facilidades.

El propósito del presente documento es proporcionar los alcances considerados por mi persona Fernando García Ranilla, para la construcción del proyecto.

En tal sentido y basados en nuestro conocimiento sobre los requerimientos de EL PROYECTO y de las condiciones de la zona de trabajo, se ha preparado esta propuesta, respecto al cual Yo Fernando Gracia Ranilla declaro tener el conocimiento y experiencia necesaria para realizar este tipo de trabajo, y estoy en condiciones de proporcionar el servicio ofrecido a Shahuindo de tal manera que se cumplan los compromisos del alcance, tiempo, costo y calidad. Todos los trabajos se realizaran de acuerdo a los estándares, políticas, manuales y procedimientos técnicos, medioambientales y de seguridad de acuerdo a los requerimientos establecidos por Shahuindo.

Los estudios de ingeniería se ejecutan por un equipo de profesionales de las disciplinas de procesos, metalurgia, civil, concreto, arquitectura, mecánica, electricidad, instrumentación y control de procesos, con el soporte de software especializados de cálculo, diseño y simulación.

Es por eso señores miembros del Jurado que, mediante esta propuesta técnica pretendo titularme como Ingeniero metalurgista, a la cual e titulado **"PROPUESTA TECNICA, PROCURA, CONSTRUCCION Y AMPLIACION DE PLANTA ADR** A **36,000 TMPD DE LA EMPRESA MINERA SHAHUINDO S.A."**

PROPUESTA TECNICA, PROCURA, CONSTRUCCION Y AMPLIACION DE PLANTA ADR A 36,000 TMPD DE LA EMPRESA MINERA SHAHUINDO S.A.

INDICE

CAPITULO I 1

INTRODUCCIÓN 1

1.1. ESTUDIOS DE INGENIERÍA DE HLC INGENIERIA Y CONSTRUCCION 1

1.2. PARTICIPACION DE HLC INGENIERIA Y CONSTRUCCION EN MINERIA 2

1.2.1. EN MINERIA - INGENIERIA 2

1.2.2. EN NINERIA – FABRICACION 6

1.2.3. MINERIA - CONSTRUCCION 7

1.2.4. LABORATORIOS 10

1.2.4.1.- LABORATORIO METALURGICO 10

1.2.4.2.- PRUEBAS METALURGICAS 10

1.2.5. MINERIA PRUEBAS METALURGICAS 11

1.3. NUESTRA PROPUESTA AL PROYECTO SHAHUINDO 12

1.4. UBICACIÓN DEL PROYECTO 12

1.5. TIPO DE RECURSO QUE EXPLOTA TAHOE - UNIDAD MINERA SHAHUINDO 13

1.6. CANTIDAD DE RESERVAS 14

1.7. GEOLOGÍA 14

1.8. GEOMORFOLOGÍA 14

1.9. MINERALOGÍA 15

CAPITULO II 17

TECNOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE MINERALES AURÍFEROS 17

2.1. LIXIVIACION POR CIANURACION 17

2.1.1. TEORIA DE LA CIANURACION 17

2.1.2. TERMODINAMICA DE LA CIANURACION 18

2.2. PROCESO DE ADSORCION 20

2.2.1. MECANISMO DEL PROCESO DE ADSORCIÓN CON CARBON ACTIVADO 20

2.2.2. ASPECTOS TERMODINAMICOS DE LA ADSORCIÓN 20

2.2.3. METODOS DE ADSORCIÓN CON CARBÓN ACTIVADO 22

2.2.3. 1.- CARBON EN COLUMNA (CIC) 22

2.2.3.2.- CARBON EN PULPA (CIP) 23
2.2.3.3.- CARBÓN EN LEACH (CIL)..... 23
2.2.3.4.- ADSORCIÓN DE OTROS METALES 24
2.3. DESORCION DEL CARBÓN ACTIVADO 26
2.3.1. TEORIA DE LA DESORCION 26
2.3.2. VARIABLES IMPORTANTES EN LA DESORCIÓN 26
2.3.3. PROCEDIMIENTOS DE DESORCIÓN O ELUCION DEL ORO 27
2.3.4. PROCESOS DE DESORCIÓN DE CARBÓN ACTIVADO 28
2.3.4.1.- Método Zadra – “Zadra” 28
2.3.4.2.- Método Zadra Modificado con Presión – “Z/Presión” 28
2.3.4.3.- Método Zadra Modificado con Alcohol – “Z/Alcohol” 28
2.3.4.4.- Método Anglo-American – “AARL”: 29
2.3.4.5.- Método Anglo-American con Presión – “AA/Presión” 29
2.4. REACTIVACION DEL CARBÓN ACTIVADO 30
2.4.1. PERDIDA DE CARBON POR ATRICION (CARBONFINO) 31
2.4.2. DISTRIBUCION DE PERDIDAS DE CARBON FINO EN PROCESO 31
2.4.3. LAVADO QUÍMICO 32
2.4.4. REACTIVACIÓN TÉRMICA 32
2.4.4.1. ETAPAS DE LA RECUPERACIÓN 33
2.4.4.2. PARAMETROS DE INFLUENCIA 34
CAPITULO III 35
BREVE DESCRIPCIÓN DE LA CONCEPCION DE LA MINA Y PLANTA METALURGICA DE LA COMPAÑÍA MINERA TAHOE - UNIDAD MINERA SHAHUINDO 35
3.1.DATOS GENERALES DE LA EMPRESA 35
3.2.CRONOGRAMA POR ETAPAS DE LAS ACTIVIDADES DE DESARROLLO DEL PROYECTO 35
3.3.PRINCIPALES ACTIVIDADES QUE SE DESARROLLÓ POR CADA ETAPA DEL PROYECTO 36
3.3.1. ETAPA DE CONSTRUCCIÓN 36
3.3.2. ETAPA DE OPERACIÓN 38
3.3.3. ETAPA DE CIERRE 39
CAPITULO IV 40
PROPUESTA TÉCNICA, PROCURA Y CONSTRUCCIÓN AMPLIACIÓN DE PLANTA ADR A 36,000 TMPD 40

4.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO METALÚRGICO 40
4.1.1. SISTEMA DE IMPULSIÓN DE SOLUCIÓN LIXIVIANTE 40
4.1.2. COLECCIÓN E IMPULSION DE SOLUCION PREGNANT 42
4.1.3. ADSORCIÓN EN COLUMNAS DE CARBÓN ACTIVADO 44
4.1.4. DESORCIÓN 45
4.1.5. LAVADO ÁCIDO DEL CARBÓN 48
4.1.6. REGENERACIÓN TÉRMICA 50
4.1.7. MANEJO DEL CARBÓN ACTIVADO 52
4.1.8. FUNDICIÓN 54
4.1.8.1.- SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE MERCURIO 54
4.1.8.2.- FUNDICIÓN EN HORNO BASCULANTE 57
4.1.8.3.- SISTEMA DE EXTRACCIÓN Y LAVADO DE GASES 58
4.1.9. FACILIDADES DE PLANTA 59
4.1.9.1.- SUMINISTRO Y DISTRIBUCIÓN DE AIRE 59
4.1.9.2.- SUMINISTRO Y DISTRIBUCIÓN DE PETRÓLEO (Diésel 2) 60
4.1.10.PREPARACIÓN, DOSIFICACIÓN Y CONSUMO DE REACTIVOS 61
4.1.10.1. PREPARACIÓN Y DOSIFICACIÓN DE SOLUCIÓN DE HIDRÓXIDO DE SODIO 61
4.1.10.2.- DOSIFICACIÓN DE SOLUCIÓN DE CIANURO DE SODIO 62
4.1.10.3.- DOSIFICACIÓN Y USO DE ANTI-INCRUSTANTE 62
4.2. PAUTAS LÍMITE DE LA INGENIERÍA COMPLEMENTARIA 63
4.2.1. ALCANCE 63
4.2.1.1.ALCANCE GENERAL 63
4.2.1.2.ALCANCE ESPECÍFICO 64
4.2.2. CÓDIGOS, REGULACIONES Y ESTÁNDARES 65
4.2.3. PERSONAL 65
4.2.4. CONTROL Y PLANEAMIENTO DEL PROYECTO 65
4.2.5. REVISIÓN Y APROBACIÓN DE ENTREGABLES 66
4.2.6. ENTREGABLES Y CRONOGRAMA 67
4.3. LIMITES DE BATERIA DE CONSTRUCCIÓN. 67
4.3.1. CIVIL. 67
4.3.2. ARQUITECTURA 68
4.3.3. MECÁNICA 70
4.3.4. EQUIPOS: 75

4.3.5. TUBERÍAS:.....83
4.3.6. ELÉCTRICA. 88
4.3.7. INSTRUMENTACIÓN 90
4.4. PRECOMISIONADO Y COMISIONADO.....91
4.5. ENTREGA DE OBRA.....92
4.6. CRONOGRAMA 92
4.7. SUPUESTOS PRINCIPALES 93
CONCLUCIONES Y SUGERENCIAS 94
BIBLIOGRAFIA.....95

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

Comenzaremos poniendo la idea de nuestro Gerente General **Ing. Manuel Ortega Rubín** de que HLC Ingeniería y Construcción es una empresa líder en soluciones de Ingeniería, Fabricación y Construcción y nos renovamos constantemente para presentarles por qué somos el socio estratégico que sus proyectos exigen.

Nuestra experiencia de más de 15 años desarrollando proyectos en el Perú y en el extranjero nos da la confianza de poder desarrollar todo tipo de proyectos en los sectores Minero-Metalúrgico, Hidrocarburos e Industrial.

Yo creo en este eficaz equipo humano, en su excelencia técnica, en su calidad y en nuestro compromiso para con nuestros clientes, sin descuidar la seguridad y el medio ambiente.

1.1. ESTUDIOS DE INGENIERÍA DE HLC INGENIERIA Y CONSTRUCCION

Realizamos y ponemos soluciones sobre Estudios de Ingeniería en:

1. Ingeniería Conceptual.
2. Estudios de Pre-Factibilidad**.**

3. Estudios de Factibilidad.
4. Ingeniería Básica.
5. Ingeniería de Detalle**.**

1.2. PARTICIPACION DE HLC INGENIERIA Y CONSTRUCCION EN MINERIA

1.2.1. EN MINERIA - INGENIERIA

Cía. Minera Sayaatoc S.A.
Proyecto Sayaatoc
Estudio de Pre-factibilidad de planta de procesos metalúrgicos de 15,000 TMD.

Cía. Minera Coimolache S.A.
Proyecto Tantahuatay
Estudio de factibilidad de planta de procesos metalúrgicos de 12,000 TMD.

Cía. Minera Coimolache S.A
Proyecto Tantahuatay
Estudio de factibilidad de la planta de tratamiento de aguas ácidas de tajo y botadero de 54 m^3/h.

Cía. Minera Coimolache S.A
Proyecto Tantahuatay
Estudio de factibilidad de servicios complementarios.

Cía. de Minas Buenaventura S.A.
Proyecto La Zanja
Evaluación económica para diferentes escenarios de operación – Procesos Metalúrgicos.

Minera Cascaminas S.A.C.
Proyecto Cascajal.
Estimado de inversión para procesos metalúrgicos de 25 TMD y 100 TMD - Lixiviación en pilas y planta Merrill & Crowe a escala piloto.

Sociedad Minera Cambio Perú S.A.

Proyecto La Arena.

Estimado de inversión y costos operativos para plantas de lixiviación en pilas de 8,000 TMD y 12,000 TMD.

San José de Algamarca.

Proyecto Algamarca - Cajabamba-Cajamarca.

Estudio de pre-factibilidad para una operación de lixiviación en pilas de 10,000 TMD.

San José de Algamarca.

Proyecto Algamarca - Cajabamba-Cajamarca.

Due Diligence. Revisión de estudios técnicos y evaluación económica.

Cía. Minera Coimolache S.A.

Proyecto Tantahuatay

Ingeniería básica de planta de procesos metalúrgicos de 12,000 TMD (Lixiviación en pilas y Merrill & Crowe).

Cía. Minera IRL S.A.

Proyecto Corihuarmi

Ingeniería de detalle de planta de procesos metalúrgicos de 2700 TMD – Lixiviación en pilas y planta ADR (Especialidades de procesos, mecánica y tuberías).

Cía. de Minas Buenaventura S.A.

Proyecto La Zanja

Ingeniería básica para la lixiviación en pilas de óxidos y recuperación de oro en columnas con carbón activado. Capacidad: 15,000 TMD.

Cía. de Minas Buenaventura S.A.

Proyecto La Zanja

Ingeniería básica de la planta de tratamiento de aguas ácidas de tajo y botadero.

Cía. Minera Ares S.A.

Proyecto planta piloto EW

Planta piloto de electrodeposición de 2.2 m^3/h para recuperación de plata.

Minera Cascaminas S.A.C.

Proyecto Cascajal.

Ingeniería básica de planta de procesos metalúrgicos de 200 TMD (Lixiviación en pilas y Merrill & Crowe).

Cía. Minera Aurífera Santa Rosa S.A.

Proyecto Cochavara

Ingeniería de detalle de la planta de procesos metalúrgicos de 12,000 TMD – Lixiviación en pilas y planta ADR.

Cía. Minera Aurífera Santa Rosa S.A.

Proyecto Sacalla

Ingeniería de detalle de la planta de procesos metalúrgicos de 10,000 TMD – Lixiviación en pilas y planta ADR.

Cía. Minera Aurífera Santa Rosa

Proyecto Santa Rosa

Ingeniería de detalle de la planta de desorción a presión de carbón activado de 6 TM y electrodeposición.

Cía. Minera San Simón S. A.

Proyecto La Virgen

Ingeniería básica y de detalle para una planta de lixiviación en pilas y de recuperación de oro con carbón activado. Capacidad: 4,000 TMD.

Cía. Minera San Simón S. A.

Proyecto La Virgen

Ingeniería básica y de detalle para la ampliación de planta hasta 30,000 TMD.

Cía. Minera San Simón

Proyecto La Virgen

Ingeniería de detalle de la planta de desorción a presión de carbón activado de 6 TM, electrodeposición y lavado de gases.

Consorcio Minero Horizonte S.A.

Proyecto de recuperación de oro de mineral de baja ley.

Ingeniería de detalle de planta de procesos metalúrgicos de 400 TMD – Lixiviación en pilas y planta ADR.

HLC tiene diseñado una planta piloto de adsorción con resinas y recuperación por electrodeposición.

Minera La Zanja S.R.L.

Proyecto La Zanja

Estudio de factibilidad e ingeniería básica de Plantas de Tratamiento de Aguas Acidas San Pedro Sur y Pampa Verde.

Cía. Minera Coimolache S.A.

Proyecto Tantahuatay

Estudio de factibilidad e ingeniería básica de Servicios Complementarios.

Minera Barrick Misquichilca S.A.

Proyecto Lagunas Norte

Ingeniería de detalle de ampliación de planta de procesos, mina Lagunas Norte – Alto Chicama.

La Arena S. A.

Proyecto La Arena

Estudio de factibilidad de la Planta de Proceso Metalúrgico para 24,000 TMD.

Minera La Zanja S.R.L.

Proyecto La Zanja

Ingeniería de detalle de la planta metalúrgica: Proceso y tuberías.

Minera La Zanja S.R.L.

Proyecto La Zanja

Ingeniería de detalle de la línea de agua.

La Arena S. A.

Proyecto La Arena

Ingeniería de Detalle de la Planta de Proceso Metalúrgico para 24,000 TMD.

Minera Barrick Misquichilca S.A.

Proyecto Lagunas Norte

Ingeniería básica de la planta de tratamiento de escorias.

Cía. Minera Coimolache S.A.

Proyecto Tantahuatay

Ingeniería básica de la ampliación del proceso metalúrgico a 18,000 TMD.

Beer Creek Mining

Proyecto Santa Ana

Estudio de factibilidad para una Planta de Proceso Metalúrgico para 10,000

1.2.2. EN NINERIA – FABRICACION

Principales productos fabricados:

1. Tanques para plantas mineras y yacimientos de petróleo
2. Torres de vacío
3. Cajón pregnant
4. Tolvas de alimentación de carbón
5. Columnas de carbón
6. Hornos de fundición
7. Hornos retorta
8. Filtros clarificadores
9. Filtro DSM
10. Tanque pulmón
11. Estructuras

12. Tuberías y conexiones
13. Parrillas y cedazos
14. Barcazas
15. Muestreadores
16. Separadores bifásicos
17. Trenes de separación bifásica
18. Manifolds

Personal calificado y certificado:

1. Caldereros
2. Tuberos
3. Soldadores homologados 3G, 4G, 5G y 6G mediante los procesos SMAW, GMAW y GTAW.

1.2.3. MINERIA - CONSTRUCCION

Cía. Minera IRL S.A.
Proyecto Corihuarmi
Planta de adsorción con carbón activado de 2 TM.

Cía. Minera IRL S.A
Proyecto Corihuarmi
Planta de desorción a presión de carbón activado de 2 TM y electrodeposición.

Cía. Minera IRL S.A.
Proyecto Corihuarmi
Planta de reactivación química de carbón activado de 2 TM.

Cía. Minera IRL S.A.
Proyecto Corihuarmi
Planta de preparación de solución de cianuro.

Cía. Minera IRL S.A.
Proyecto Corihuarmi
Planta de detoxificación de cianuro

Cía. Minera San Simón
Proyecto La Virgen
Plantas de adsorción con carbón activado de 2 TM y 4 TM

Cía. Minera San Simón
Proyecto La Virgen
Planta de desorción con alcohol de carbón activado de 2 TM y reactivación química.

Cía. Minera San Simón
Proyecto La Virgen
Planta de desorción a presión de carbón activado de 6 TM, electrodeposición y lavado de gases. (En ejecución).

Cía. Minera Aurífera Santa Rosa S.A.
Proyecto planta Santa Rosa
Plantas de adsorción con carbón activado de 1 TM, 2 TM y 4 TM.

Cía. Minera Aurífera Santa Rosa S.A.
Proyecto planta Santa Rosa
Planta de desorción a presión de carbón activado de 6 TM y electrodeposición.

Cía. Minera Aurífera Santa Rosa S.A.
Proyecto planta Santa Rosa
Planta de desorción de carbón activado con alcohol de 2 TM y reactivación química.

Cía. Minera Ares S.A
Proyecto planta piloto EW
Planta piloto de electrodeposición.

Cía. Minera San Manuel S.A.
Proyecto Cascaminas
Planta Merrill & Crowe para 20 m3/h.

Cía. Minera Aurífera Santa Rosa S.A
Proyecto recuperación de mercurio en Planta Santa Rosa
Sistema de recuperación de mercurio con hornos retorta de 30 pies3

Cía. Minera Aurífera Santa Rosa S.A.
Proyecto sistema de lavado de gases en Planta Santa Rosa
Sistema de lavado de gases del horno de fundición.

Cía. Minera IRL S.A.
Proyecto Corihuarmi
Sistema de recuperación de mercurio con hornos de retorta de 4.2 pies^3

Cía. Minera IRL S.A.
Proyecto Corihuarmi
Horno de fundición basculante de 0.3 TM de metal.

Cía. Minera IRL S.A.
Proyecto Corihuarmi
Sistema de extracción y lavado de gases de fundición.

1. Instalación de casing en poza de grandes eventos.
2. Transporte de una columna de adsorción de 6 toneladas.
3. Planta de desorción a presión de 6 toneladas.
4. Sistema de lavado de gases de celdas electrolíticas.
5. Horno de regeneración térmica de carbón de 42 kg/h.
6. Sistema de tuberías de conexión a la planta de desorción a presión.
7. Trabajos realizados en el Proyecto “Preparación de muestras, mantenimiento y realización de pruebas piloto en el Laboratorio de Ensayos Físicos (LEF) para los minerales de Bayóvar”.

1.2.4. LABORATORIOS

1.2.4.1.- LABORATORIO METALURGICO

El Laboratorio Metalúrgico proporciona los siguientes servicios:

1. Preparación mecánica
2. Secado
3. Análisis granulométrico valorado (cedazos de 10” hasta malla 200)
4. Homogenización y cuarteo
5. Lixiviación
6. Adsorción
7. Laboratorio de Control Metalúrgico
8. Pruebas en botellas por agitación
9. Filtrado
10. Detoxificación de efluentes
11. Prueba de capacidad de adsorción
12. Prueba de desorción
13. Electrodeposición a escala piloto
14. Prueba de precipitación

1.2.4.2.- PRUEBAS METALURGICAS

1. Preparación mecánica de muestras: chancado
2. Análisis granulométrico
3. Pruebas de flotación
4. Control metalúrgico
5. Prueba de lixiviación en columnas cortas
6. Prueba de adsorción con columnas de carbón activado a escala Piloto
7. Prueba de cianuración en columnas a escala piloto (en mina)
8. Planta piloto de electrodeposición
9. Columnas de cianuración a escala Piloto (Laboratorio Metalúrgico de Huachipa)

1.2.5. MINERIA PRUEBAS METALURGICAS

Cía. Minera Sayaatoc S.A

Proyecto Recreo Amparo

Pruebas de cianuración en columnas cortas

Cía. Minera Volcan S.A.A.

Pruebas metalúrgicas de cianuración a nivel laboratorio

Corp. Minera San Manuel S.A.

Proyecto San Lorenzo, El Carmen y Chuvilca

Pruebas de cianuración por agitación y columnas cortas

Cía. Minera Volcan S.A.A.

Proyecto Vinchos Cerro de Pasco

Pruebas metalúrgicas de flotación y cianuración en laboratorio

San José de Algamarca.

Proyecto Algamarca - Cajabamba-Cajamarca.

Pruebas de cianuración en botellas, columnas cortas y columnas grandes a escala piloto

Cía. Minera San Simón S. A.

Proyecto La Virgen - Huamachuco-La Libertad.

Pruebas de cianuración en botellas, columnas cortas y columnas grandes a escala piloto

Cía. Minera Sipán S. A.

Mina Sipán

Pruebas de adsorción con carbón activado con soluciones pregnant

La Arena S.A.

Proyecto La Arena

Muestreo in –situ

La Arena S.A.

Proyecto La Arena

Pruebas de adsorción con carbón activado con soluciones pregnant

1.3. NUESTRA PROPUESTA AL PROYECTO SHAHUINDO

La empresa minera TAHOE - UNIDAD MINERA SHAHUINDO ha invitado a nuestra empresa y mi persona para presentar esta propuesta de “AMPLIACIÓN DE PLANTA ADR A 36,000 TMPD”, con el fin de contar con una empresa especializada para su ejecución y con un personal idóneo para el reto.

El alcance del proyecto preparado por nuestra empresa y mi persona contempla las siguientes áreas:

- Lixiviación
- Adsorción
- Desorción y electrodeposición
- Lavado ácido de carbón
- Regeneración térmica
- Manejo de carbón
- Fundición
- Manejo de reactivos
- Facilidades propias del proceso

1.4. UBICACIÓN DEL PROYECTO

El Proyecto está localizado en el distrito de Cachachi, provincia de Cajabamba, departamento de Cajamarca, Perú, aproximadamente a 80 km al sur de Cajamarca y 15 km al oeste de la ciudad de Cajabamba. La elevación de esta zona varía entre 2 500 y 3 300 m.s.n.m.

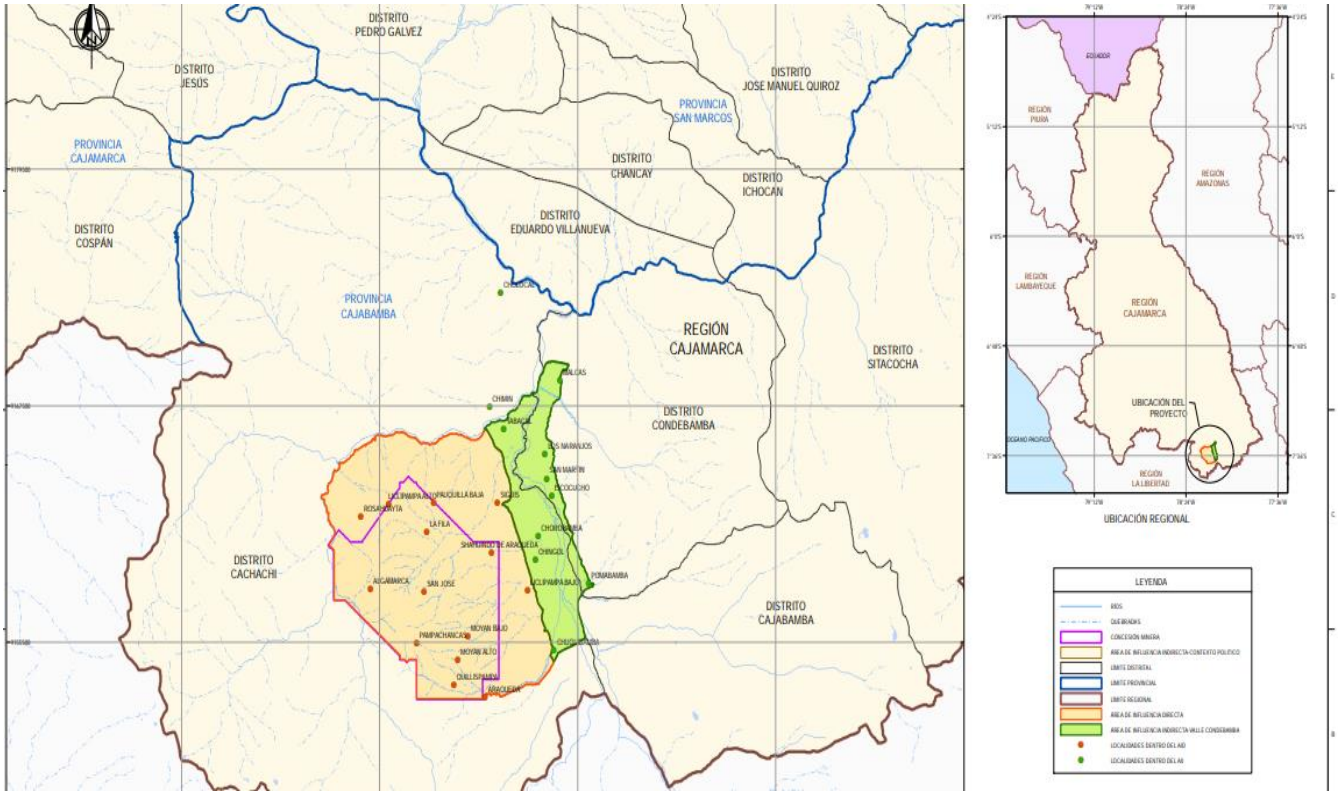


Figura Nº 1.1.
UBICACIÓN DEL PROYECTO

1.5. TIPO DE RECURSO QUE EXPLOTA TAHOE - UNIDAD MINERA SHAHUINDO

El Proyecto explota los depósitos de óxido, para la obtención de oro y plata.

El método de explotación es a tajo abierto, y el concepto de recuperación de metales es la lixiviación de oro y plata utilizando una solución de cianuro, para luego ser recuperados con carbón activado en una serie de columnas de lecho fluidizado.

Se cuenta con 37,8 millones de toneladas de reservas estimadas

El monto estimado de la inversión que involucra el Proyecto en base al estudio de factibilidad fue de US$ 132,7 millones de dólares americanos.

1.6. CANTIDAD DE RESERVAS

Las reservas estimadas ascienden a 37,8 millones de toneladas.

1.7. GEOLOGÍA

El Proyecto Shihuindo se ubica en la franja septentrional de la Cordillera Occidental de los Andes, en el Noreste del Perú.

Presenta una morfología variada, resultado del intenso plegamiento, fallamiento, y eventos de intrusión magmática que han afectado al substrato Cretácico durante su evolución geológica, seguido de fuertes procesos de erosión-sedimentación, hasta configurar el paisaje actual.

La estratigrafía regional está conformada de la más antigua a la más reciente, por secuencias de lutitas negras, laminares, deleznables, con intercalaciones de areniscas grises asignadas a la Formación Chicama del Jurásico superior; le siguen cuarcitas, areniscas, limolitas y lutitas, correspondientes a las formaciones Chimú, Santa, Carhuaz, Farrat, e Inca, de edad Cretácico Inferior; y sobre yaciendo se presentan secuencias de calizas y calizas bituminosas de las formaciones Chulec-Pariatambo del Cretácico Medio a superior.

Localmente, el Proyecto se ubica en el flanco oriental del Alto de Algamarca o Anticlinal Algamarca, que viene a ser la divisoria de aguas entre el río Chirín y la red de drenaje que disecta el área de estudio

La estratigrafía en la zona del Proyecto está representada por secuencias sedimentarias del Cretácico inferior, replegadas y falladas, y cubiertas en parte por depósitos del Cuaternario reciente.

1.8. GEOMORFOLOGÍA

A nivel regional se tienen dos geoformas principales:

i) Una zona montañosa fuertemente disectada donde predominan los procesos erosivos o degradacionales del paisaje;

ii) llanuras aluviales, donde predominan los procesos de deposición y acumulación o zona agradacional.

En el área del Proyecto y su entorno, se ha identificado diversas unidades geomorfológicas, en el ámbito del curso medio del Valle del Río Condebamba, unidad morfológica regional, extenso valle de flancos simétricos, fondo amplio, de curso N-S, que discurre al Este del área del Proyecto.

Las geoformas han sido agrupadas en las unidades de carácter regional:

- Geoformas por Erosión que comprenden: Cumbre Rocosa Aislada, Colinas y Lomadas, Ladera de Pendiente Baja a Media, Ladera de Pendiente Media a Fuerte, Ladera de Fuerte Pendiente y Quebradas;
- Geoformas de Acumulación que es la geoforma agradacional del área de estudio y se caracteriza por tener un relieve llano y de pendiente baja, conformando extensas Terrazas Aluviales donde se desarrolla intensa actividad agrícola; y Llanuras de Inundación que abarca el cauce que ocupa el río en sus periodos de crecida.

1.9. MINERALOGÍA

La alteración supergénica y la oxidación se producen a profundidades variables que van desde los 15 m hasta los 200 m bajo la superficie.
En las facies de óxidos producto de la meteorización, el oro y la plata están asociados con la jarosita y la hematita.

En las facies de sulfuros el oro es generalmente de grano muy fino. La pirita de grano fino forma asociación cercana con la mineralización de oro y se presentan como diseminaciones y vetillas y cuerpos semi-masivos.

También se han reportado tetrahedrita, calcopirita, esfalerita, blenda, galena, arsenopirita, estibina, y covelina.

La plata se encuentra generalmente en sulfosales.

La alteración hidrotermal produce un enriquecimiento en hierro, potasio, arsénico, bario, bismuto, cobre, mercurio y plomo, y el agotamiento de calcio y zinc.

Cabe indicar, asimismo, que en Shahuindo se registra también pirofilita, alunita, y diáspora.

CAPITULO II

TECNOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE MINERALES AURÍFEROS

2.1. LIXIVIACION POR CIANURACION

2.1.1. TEORIA DE LA CIANURACION

La cianuración es el proceso electroquímico de disolución del oro, plata y algunos otros componentes que se pueden encontrar en un mineral aurífero, mediante el uso de una solución alcalina de cianuro, que forma aniones complejos de oro, estables en condiciones acuosas. Este proceso implica una serie de reacciones que ocurren en la superficie del sólido. Elsner (1846) propuso la reacción global de disolución del oro mediante una solución acuosa de cianuro, en presencia de oxígeno:

$$4\ Au + 8\ NaCN + O_2 + 2\ H_2O \Rightarrow 4\ AuNa(CN)_2 + 4\ NaOH$$

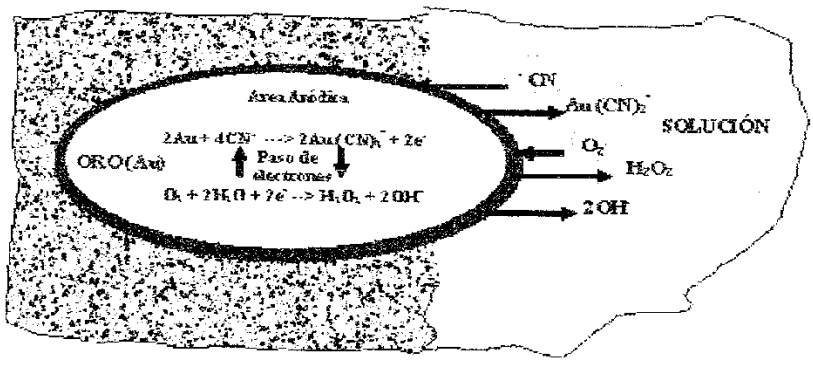


Figura N° 2.1.
Reacciones de oxidación-reducción en el proceso de cianuración.

El mecanismo de disolución de oro en la solución de cianuro es el siguiente:

- Absorción de oxígeno en la solución
- Transporte de cianuro disuelto y oxígeno a la interface sólido líquido
- Transporte de los reactantes al interior del sólido por poros o canales
- Adsorción del cianuro y oxígeno en la superficie del sólido
- Reacción electroquímica en la superficie
- Desorción del complejo soluble oro-cianuro y otros productos de la reacción

2.1.2. TERMODINAMICA DE LA CIANURACION

La termodinámica de la cianuración se observa a través de los diagramas de estabilidad (Diagramas de Pourbaix Fig. Nº 2.1 y 2.2) que relaciona el potencial de óxido - reducción (Eh) del metal con el pH medio.

Estos diagramas demuestran que compuestos como Au $(OH)_3$, AuO_2, $HAuO_3^{-2}$ también al ion3$^-$ Au requieren elevados potenciales (superiores al de la descomposición del O_2) para formarse. Por otro tanto la Lixiviación de oro metálico, es muy difícil a causa de su gran estabilidad.

En el diagrama Au - H_2O - CN, no obstante, la reacción:

$Au(CN)_2^- + e^- + 2CN^-$ se lleva a cabo dentro de los límites de estabilidad del agua. Acá se ve la hidrólisis del CN se produce a pH < 9, esto es:

$$NaCN + H_2O \longrightarrow HCN + Na\,OH$$

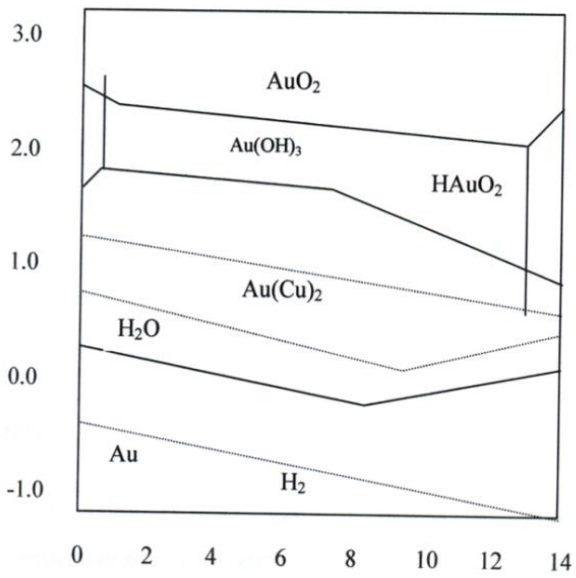


Figura N° 2.2.

Diagrama de Pourbaix, Sistema. Au-CN-H_2O-O_2-H_2 (1 atm: y 25ºC)

Para evitar esto es que se trabaja a pH > 10. En el mismo gráfico se muestra que los compuestos Au $(OH)_3$, Au^{3+}, y $HAuO_3^{2-}$ son reducidos por la introducción del cianuro.

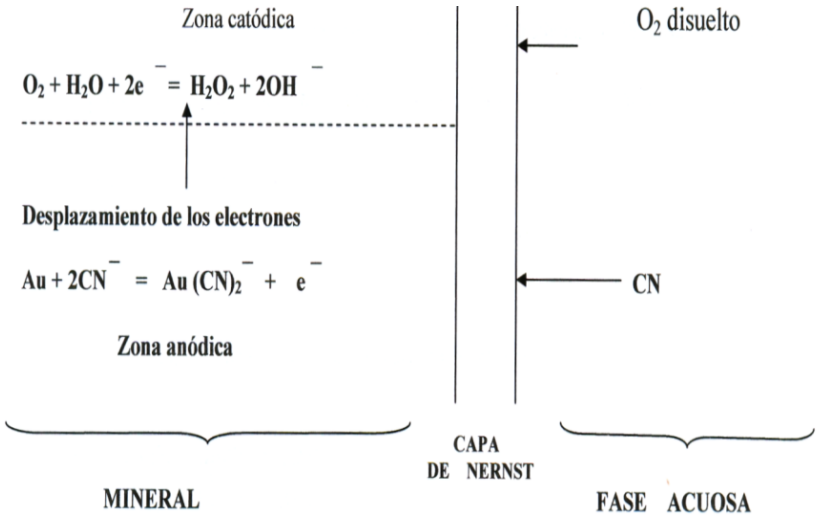


Figura N° 2.3.

Ilustración de la naturaleza electroquímica de la disolución de oro en soluciones cianuradas con presencia de oxígeno.

2.2. PROCESO DE ADSORCION

2.2.1. MECANISMO DEL PROCESO DE ADSORCIÓN CON CARBON ACTIVADO

La adsorción por un sólido, es la captación de moléculas de la fase líquida o gaseosa por la superficie del sólido. El término incluye tanto las superficies geométricas externas como la superficie interna de los capilares, las grietas y los intersticios.

A pesar de que el carbón activado se utiliza comercialmente para adsorber oro desde soluciones cianuradas, el mecanismo básico del proceso de adsorción todavía no ha sido satisfactoriamente explicado. A través de los años varios mecanismos han sido propuestos para interpretar la carga de oro y plata desde soluciones sobre el carbón activado. Estas pueden ser resumidas:

- Aquellos que proponen que el oro está fijo como aurocianuro. Las fuerzas que atraen el ión aurocianuro no son otras que las fuerzas de Van der Waals aparte de las fuerzas de interacción involucradas en la formación de lazos químicos entre átomos,
- Aquellos que proponen que el ión $Au(CN)_2$ es reducido sobre el carbón como oro metálico dentro de la estructura del poro.
- Aquellos que proponen que el compuesto del oro cambia a alguna otra forma diferente al aurocianuro durante el proceso de adsorción.

Resumiendo, tal como indicamos en líneas arriba existe mucha controversia y confusión respecto del mecanismo por el cual el carbón activado se carga con Au(CN)

2.2.2. ASPECTOS TERMODINAMICOS DE LA ADSORCIÓN

Varios trabajos relacionados con el mecanismo de adsorción del cianuro de oro sobre el carbón fueron escritos en los años 1970 y 1980 (McDougal et al 1980; Adams y Fleming 1989; Davidson 1974; Davison et al 1977; Dixon et al 1978; Davison et al 1979; Cho et al 1979; Tsuchida et al 1984)

de los cuales algunas de las más importantes características termodinámicas del sistema se resumen a continuación:

- La capacidad de carga del carbón activado se incrementa con el incremento de cationes en solución en el siguiente orden:

$$Ca^{+2} > Mg^{+2} > H^{+} > Li^{+} > Na^{+} > K^{+}$$

Pero decrece con el incremento en la concentración de aniones en solución en el siguiente orden:

$$CN^{-} > S^{-2} > SCN^{-} > SO_3 > Cl^{-} > N0^{-}_3$$

Una sal tal como $CaCl_2$ por consiguiente refuerza la carga, mientras que el KCN la inhibe.

- Un complejo neutral como el $Hg(CN)_2$ se adsorbe fuertemente sobre el carbón activado como lo hace los complejos aniónicos $Au(CN)_2$ y $Ag(CN)_2$.
- La adsorción del cobre desde soluciones cianuradas sobre el carbón activado se incrementa a medida que el valor del pH y la concentración del cianuro libre son más bajos. Ej. La carga se incrementa como el grado de coordinación y la carga en el complejo aniónico decrece en el siguiente orden:

$$Cu(CN)^{-}_2 > Cu(CN)_3^{-2} > Cu(CN)_4^{3}$$

- La adsorción de aurocianuro sobre el carbón activado es un proceso reversible en el cual el equilibrio entre la concentración de oro en solución y la concentración de oro en el carbón es el mismo si se llega desde lo más alto o lo más bajo.
- La capacidad de carga en oro del carbón activado decrece con el incremento de la temperatura.
- Para quitarle al carbón el oro, no es necesario que un anión sea un agente acomplejante para el oro. Ejemplo: Carbón que ha sido completamente cargado con oro desde soluciones cianurada puede ser stripeado con hidróxido de sodio caliente y aparece en la solución como ión aurocianuro.

- A pesar de que el oro forma un gran número de complejos con varios compuestos ejemplo thiourea (oro I), thiocyanate (oro I), cianuro (oro I), cloruro (oro III), y thiosulfato (oro I) entre otros.

La capacidad del carbón activado de adsorber varios complejos de oro sigue la siguiente secuencia:

$$AuCl_4^- > Au(CN)_2^- > Au(SC\tilde{N})_2 > Au[CS(NH_2)_2]_2^+ > Au(S_20_3)_2^{3-}$$

2.2.3. METODOS DE ADSORCIÓN CON CARBÓN ACTIVADO

La adsorción del oro y plata sobre el carbón activado puede realizarse en las variaciones:

2.2.3.1.- CARBON EN COLUMNA (CIC)

El licor lixiviado es generado en la mayoría de las operaciones de heap leaching de minerales con baja ley de oro y están prácticamente libres de sólidos suspendidos. En tales operaciones la solución PLS (licor lixiviado clarificado) es contactada con columnas empaquetadas con carbón activado en contracorriente. Un buen contacto líquido/sólido es realizado por la fluidización de las partículas de carbón en las columnas o agitándolos suavemente en tanques.

En una operación típica de adsorción, las soluciones provenientes de la pila se hacen pasar a través de 4 ó 5 columnas en serie, cada una de estas conteniendo la misma cantidad de carbón. La primera columna que se contacta con la solución es retirada periódicamente del circuito una vez que el carbón se ha cargado, colocándose posteriormente en el último lugar con carbón fresco mientras que las restantes avanzan un lugar en la serie; este sistema de operación en contracorriente permite un mejor aprovechamiento de la capacidad adsorbente del carbón.

2.2.3.2.- CARBON EN PULPA (CIP)

El proceso de carbón en pulpa (CIP) consiste esencialmente en adsorber los iones complejos de oro $Au(CN)_2^-$ directamente desde la pulpa cianurada con carbón activado. La disolución del oro por cianuración después de ser molido el mineral, se realiza en una serie de tanques en los cuales la pulpa es agitada en presencia de aire.

Una cierta cantidad de solución diluida de cianuro de sodio es adicionada al primer tanque, tal que nos permite mantener un adecuado porcentaje de cianuro libre que favorece la cinética de disolución del oro, mientras la alcalinidad protectora mantiene un pH en el rango de 10,5 — 11,0.

El carbón es mantenido en suspensión en la pulpa, gracias a la agitación mecánica y suministro de aire. La pulpa avanza de un tanque hacia el siguiente por gravedad o un air lift, de tal modo que el carbón activado sea retenido por un tamiz. El avance del carbón se realiza en contracorriente respecto a la pulpa y su cosecha se realiza en forma que satisface la producción diaria requerida.

Después que el carbón alcanza una carga satisfactoria, es lavado en cernidores y luego conducido al circuito de desorción de carbón. Aplicaciones CIP:

- Cuando se trata de un mineral rico.
- Cuando se trata un mineral de lenta disolución del oro.
- Cuando no hay minerales carbonaceos en el mineral.
- Cuando tiene un alto contenido de cianicidas.

2.2.3.3.- CARBÓN EN LEACH (CIL)

El carbón en leach o carbón en lixiviación es una modificación relativamente nueva del proceso de carbón en pulpa, y en ciertos casos puede ser preferido sobre la tecnología convencional CIP. En este caso, el oro lixiviado como cianuro y la adsorción de los iones $Au(CN)_2^-$ sobre el carbón activado están simultáneamente acompañados en el mismo

tanque. Además, los tanques usados para la lixiviación son completamente eliminados o reducidos en número

Puesto que la lixiviación requiere generalmente mayores tiempos de residencia que la adsorción y una razonable cantidad de adsorción es conseguida solamente a ciertas concentraciones mínimas de oro en la solución, se puede preferir hacer uso de uno o dos tanques solamente para lixiviación y el resto para los dos procesos conjuntos.

Aplicaciones CIL:

- Minerales de cinética de cianuración alta.
- Minerales de baja ley.
- Minerales que contienen elementos que sustraen el oro disminuyendo su recuperación.

2.2.3.4.- ADSORCIÓN DE OTROS METALES

A pesar que el carbón activado es generalmente muy selectivo para el cianuro de oro, el cianuro de plata es también adsorbido con eficiencia. Además, la presencia de altas concentraciones de cianuros complejos de cobre, níquel, y fierro pueden causar una notable reducción en la adsorción de oro por un proceso de adsorción competitiva.
Dentro de los cuales tenemos:

Plata

La presencia de plata en altas concentraciones con respecto al oro, aumenta significativamente los requerimientos de carbón activado, debido a que se adsorbe junto con el oro. Por este motivo las soluciones de lixiviación de minerales ricos en plata o de plata son tratadas por proceso Merrill Crowe. Según a Shoemaker cuando el contenido de oro + plata en el mineral es mayor que 17 g/ton se recomienda el uso de zinc.

Cobre

Los parámetros que afectan la carga del cobre son la concentración de NaCN y el pH. Ambos efectos se muestran en la Tabla N° 2.1 observándose que la carga de oro aumenta cuando el pH o la concentración de NaCN disminuye. Por otro lado, el cobre se carga muy bien desde soluciones a pH 5, mientras que muy poco cobre se carga a pH 10,5.

Tabla N^0 2.1.
Efecto de la concentración de NaCN y pH en la carga de oro
Condiciones: Au en solución 9,2 ppm

Cu en solución	NaCN agregado	pH	Au en carbón	Cu en carbón
0	0	10.5	44.000	0
0	0	5.0	67.400	0
0	300	10.5	34.500	0
0	300	5.0	60.000	0
80	300	10.5	33.460	600
80	300	5.0	19.800	59600

Tabla N^0 2.2.
Carga de cobre sobre carbón activado en dos operaciones Mineras
Planta

Planta	pH SOLUCION	Cianuro libre (mg/l)	Cobre en Solución (mg/l)	Cobre en carbón (g/t)
A	10	300	150	300
B	7	0	2	30.000

Mercurio

El mercurio es un elemento que es adsorbido por el carbón activado tan eficientemente como el oro y la plata, debido a su alto peso molecular, y forma sales de cianuro de oro en un proceso de cianuración.

Calcio, Magnesio, Potasio

Estos elementos están normalmente presentes en las soluciones de cianuración y pueden adsorberse en el carbón activado en cantidades que aumentan con el pH, el tiempo de contacto y la concentración en solución.

Otros elementos y especies

Otros elementos y especies que pueden adsorberse en el carbón activado, en cantidades variables son níquel, zinc, sílice y tiocianato.

2.3. DESORCION DEL CARBÓN ACTIVADO

2.3.1. TEORIA DE LA DESORCION

Su empleo industrial estuvo restringido durante largo tiempo a la falta de un procedimiento eficiente de desorción o elusión que permita recuperar el carbón desorbido, debiendo recurrirse en el pasado a la calcinación.

Esta desventaja, junto a los avances técnicos alcanzados por la precipitación con zinc, hizo disminuir el interés por el uso del carbón activado. La situación, sin embargo, empezó a cambiar a partir de 1950 con el desarrollo de un método por parte de la U. S. Bureau of Mines que permitió la reutilización del carbón. Desde entonces, la tecnología del carbón activado se ha convertido en una alternativa a la técnica del proceso Merrill Crowe en la recuperación de Au y Ag.

2.3.2. VARIABLES IMPORTANTES EN LA DESORCIÓN

En el circuito de desorción (stripp), las condiciones son más agresivas, la fuerza de las soluciones es mayor y las temperaturas son más elevadas con la finalidad de acelerar el proceso de desorción. Y tenemos:

1. Temperatura y presión
2. Concentración de Cianuro

3. Fuerza Iónica
4. Efecto de pH
5. Solventes Orgánicos
6. Velocidad de flujo del eluyente
7. Concentración de Oro en el eluyente
8. Procedimientos de desorción

2.3.3. PROCEDIMIENTOS DE DESORCIÓN O ELUCION DEL ORO

El sistema de desorción es un fenómeno de transferencia de masa inverso a la adsorción.

Es decir, la sustancia que ha sido adsorbida en el carbón es extraída por medio de una solución, que atraviesa el lecho de carbón cargado en un reactor especialmente construido para el proceso.

$$[C - Au(CN)_2]_n + nNaCN- \text{ ---------- } nNa^+ + n[Au(CN)^-_2] + C$$

$$M^{n+}[Au(CN)_2^-]n \text{ (adsorción)} \longleftrightarrow M^{n+} + n\ Au(CN)_2^-$$

El carbón activado previamente cargado con oro y otros metales en el proceso de adsorción debe ser sometido a una etapa de elución para desorber los metales del carbón. Eso produce un volumen pequeño de solución con alta concentración en oro, adecuada para su posterior recuperación, y permite al carbón ser reciclado hacia el circuito de adsorción.

La selección del método de desorción depende de las condiciones de la planta. En plantas pequeñas el rendimiento de la desorción atmosférica es buena, requiere menos equipos con bajo capital y costo de operación. En cambio, en plantas donde el tonelaje tratado es grande, se requiere que el tiempo de tratamiento sea corto (6- 10 horas max.) por lo que la desorción a presión con cianuro cáustico o uso de alcohol serán los más adecuados.

2.3.4. PROCESOS DE DESORCIÓN DE CARBÓN ACTIVADO

En todos los casos, al final, el oro y la plata se recuperan por electrodepositación (EW). Para los efectos de realizar una comparación metalúrgica – como se aprecia en el resumen de la Tabla Nº 2.3 – y una comparación de sus ventajas y desventajas prácticas, como después se aprecia en la Tabla Nº 2.4.

2.3.4.1.- Método Zadra – "Zadra"

Este procedimiento de desorción es esencialmente el mismo que fue desarrollado originalmente por el U.S. Bureau of Mines, en 1952. Se realiza con una solución de 10 g/L de soda caústica (NaOH al 1%) que contiene además 1 a 2 g/L de cianuro de sodio (NaCN al 0,1% - 0,2%), a presión atmosférica, lo que limita la temperatura a un valor bajo el punto de ebullición, a 95ºC. Así se requieren hasta unas 60 horas de operación para descargar el carbón en un 98 a 99%, hasta un nivel de 150 a 300 g/TM de Au (unas 5 a 10 onzas de oro por tonelada).

2.3.4.2.- Método Zadra Modificado con Presión – "Z/Presión"

En este caso, se mantienen los reactivos del Proceso Zadra original, es decir, una solución de 10 g/L de soda caustica (NaOH al 1%) y que contiene además 1 a 2 g/L de cianuro de sodio (NaCN al 0,1 – 0,2%), pero al aumentar la presión por sobre la atmosférica – a unas 5atm, equivalentes a unos 75 psi, ó 500 kPa – se puede aumentar también la temperatura a unos 130-135ºC. Con esto, la misma operación anterior toma entre 3 y 5 horas. La desventaja mayor puede ser el costo de capital y el manejo más complejo de los reactores a presión, caldera e intercambiadores de calor.

2.3.4.3.- Método Zadra Modificado con Alcohol – "Z/Alcohol"

En esta otra variante, se mantienen los reactivos del proceso Zadra original, es decir, una solución de 10 g/L de soda caústica (NaOH al 1%) y que contiene además 1 a 2 g/L de cianuro de sodio (NaCN al 0,1 – 0,2%), pero además se agrega 10 a 20% de alcohol etílico, o isopropílico. A 85ºC

y presión atmosférica resulta en tiempos de operación similares al del método con presión. Sin embargo, el riesgo de incendio asociado a trabajar con alcoholes muy inflamables y con temperaturas relativamente altas, amedrenta a muchos.

2.3.4.4.- Método Anglo-American – "AARL":

En esencia, este procedimiento se distingue por usar el concepto de pretratamiento, o remojo, de carbón cargado con una solución fuerte de unos 35 a 50 g/L de cianuro (NaCN al 3,5 – 5%) aproximadamente y de 10 a 20 g/L de soda (NaOH al 1 – 2%) antes de proceder a su elusión con agua desionizada, a 95ºC y presión atmosférica. En estas condiciones, en unas 8 a 12 horas se completa la elusión.

2.3.4.5.- Método Anglo-American con Presión – "AA/Presión"

Es similar al método del caso anterior, pero al aumentar la presión a unas 2 atm (unas 30 psi, o 200 kPa) se puede subir la temperatura a unos 110ºC, disminuyendo los tiempos de tratamiento a unas 6 a 8 horas.

Tabla Nº 2.3.
Resumen de condiciones de operación en los principales procedimientos de desorción de oro desde carbones activados

Método	Remojo previo	Solución	Temp. (ºC)	Presión (kPa)	Tiempo (horas)	Flujo (BV/h)	Recirculación desde EW
Zadra	No	1% NaOH 0,1-0,2% NaCN	95-100	100	30-48	2	Completa con reciclaje continuo del eluido
Z/Presión	No		135	500	8-12	2	
Z/Alcohol	No	1% NaOH 0,1-0,2% NaCN 10-20% Alc. Etílico/H_2O	80	100	6-10	2	
AARL	5% NaCN 2% NaOH	Agua Desionizada	95-100	100	8-12	2	No permite recirculación ya que el eluyente debe ser agua fresca
AA/Presión			110	200	6-8	2	
Solvente	80% acetonitrilo (CH_3CN) en H_2O	40% CH_3CN en H_2O 1%NaCN 0,2% NaOH	25	100	10-13	0,5	Completa con reciclaje continuo de eluido

Tabla Nº 2.4.

Análisis comparativo de las principales ventajas y desventajas entre los diversos procedimientos de desorción

Principales Ventajas	Principales Desventajas
Zadra (a presión atmosférica)	
1. Relativa simplicidad 2. Bajo costo de capital 3. Bajo consumo de reactivo	1. Cinética muy lenta 2. Alto inventario de oro en el circuito 3. Descarte periódico de solución para controlar impurezas 4. Alto consumo de energía por duración
Zadra Presurizado	
1. Cinética más rápida 2. Menor inventario de oro en el circuito 3. Bajo consumo de reactivos	1. Mayor costo de capital 2. Mayor costo de operación por presión 3. Uso de temperatura y presión elevada 4. Descarte periódico de solución para controlar impurezas.
Zadra con Alcohol	
1. Cinética más rápida 2. Menor temperatura de trabajo y presión atmosférica 3. Menor inventario de oro en el circuito	1. Riesgo de incendio obliga a mayores precauciones 2. Mayor costo de operación por alcohol 3. Sistema de recuperación de alcohol evaporado 4. Descarte periódico de solución para controlar impurezas
Anglo-American (AARL)	
1. Cinética más rápida 2. Bajo inventario de oro en el circuito 3. Alta eficiencia y alta concentración de oro en eluído 4. Circuito abierto sin descarte solución por impurezas 5. Aprovecha el eluyente de reciclo en la lixiviación 6. Puede operar a presión atmosférica	1. Mayor costo capital 2. Requiere agua desmineralizada de alta calidad 3. Uso de temperatura y presión relativamente elevados 4. Circuito es más complejo.

2.4. REACTIVACION DEL CARBÓN ACTIVADO

- El carbón activado tiende normalmente a disminuir su eficiencia de adsorción, por lo que es muy importante controlar continuamente la calidad de carbón. Esto se aprecia al analizar el oro en la solución barren, pues se observa que el oro se va incrementando paulatinamente de manera continua.
- Afortunadamente las propiedades del carbón pueden ser restituidas por efectos de una reactivación de las propiedades originales. Se ha encontrado que el carbón adsorbe además de Au y Ag, materiales orgánicos y pequeñas cantidades de sulfuro de hierro, carbonatos, hidróxidos etc.
- Los Microporos constituyen los principales lugares de adsorción y tienden a ser cargados con altas leyes de oro y plata. Comparando con los mesoporos y los macroporos. Por otro lado, los mesoporos y macroporos capturan iones de alto peso molecular y como resultado hay una declinación en la eficiencia de adsorción.

2.4.1. PERDIDA DE CARBON POR ATRICION (CARBONFINO)

Las pérdidas más importantes se presentan:

1. Carbón–Carbón
   Atrición en la solución (adsorción, elusión, lavados ácidos).
2. Carbón-acero
   Atrición en el sistema seco (durante la reactivación térmica, transferencias de los depósitos de carbón).
3. Carbón-acero-solución
   Carbón quebrado durante la transferencia (bombas y tuberías).
4. Choque térmico.
   Quebraduras durante la reactivación térmica y templado (quenching)
5. Choque químico.
   Durante la remoción de componentes inorgánicos.

2.4.2. DISTRIBUCION DE PERDIDAS DE CARBON FINO EN PROCESO

Las pérdidas de carbón por atrición varia de planta a planta, dependiendo de las condiciones del proceso aplicado (ratios de tratamiento, velocidad de transferencia de carbón, tipo del sistema de adsorción, etc.),

Se han hecho considerables esfuerzos para encontrar y establecer donde ocurre las más grandes pérdidas, pero cuantificar estas pérdidas es difícil y se distribuye aproximadamente como sigue:

- Mezclado del circuito de Adsorción 45%
- Inter-etapas de transferencia de carbón ..4%
- Elusión (incluido la transferencia para la regeneración) ..6%
- Regeneración (Incluido quenching y separación final) 45%

2.4.3. LAVADO QUÍMICO

Puede realizarse de las siguientes maneras:

- Lavado simple con agua o lavado con vapor.
- Para eliminar las lamas de los poros antes de la elusión.
- Lixiviación con ácido diluido (3%) de HCI a 90^0C lo que ayuda a eliminar la sílice y el calcio del carbón. Los precipitados de carbonatos y/o sulfatos de calcio atrapados en los poros del carbón afectan negativamente la capacidad de carga del carbón.
- Deberán tomarse las precauciones del caso con la formación de ácido cianhídrico (HCN) durante la lixiviación debido a la presencia de cianuro libre en los poros del carbón. En ciertos casos se prefiere ácido nítrico. Últimamente se han reportados estudios que el sulfato de cobre es efectivo en la regeneración química.

2.4.4. REACTIVACIÓN TÉRMICA

- Los métodos químicos pueden devolver la actividad aun carbón agotado y remover o recuperar algunos productos adsorbidos por el mismo. mientras que la regeneración térmica puede ser aplicada en procesos completos de trabajo y permite una reactivación altamente eficiente dejando los carbones en condiciones muy parecidas a los carbones nuevos.
- La reactivación térmica consiste en someter al carbón activado a un calentamiento gradual y en forma indirecta hasta la temperatura de 700°C con un corto tiempo de retención a esta temperatura.
- Se debe evitar que el carbón combustione para no permitir la formación de cenizas que ocasionaría la pérdida de carbón activado. Como se muestra en la Tabla Nº 2.5.

Tabla Nº 2.5.

Procedimientos para remover contaminantes del carbón

Contaminante	Reactivación
$CaCO_3$	Reactivación
$Mg(OH)_2$	Lavado ácido
SiO_2	Lavado ácido Reactivación en horno
$Fe(CN)_6^3$	Lavado ácido en caliente
Fe_2O_3	Lavado ácido en caliente
CuCN	Lavado ácido y elusión
Orgánicos	Reactivación en horno

2.4.4.1. ETAPAS DE LA RECUPERACIÓN

Las etapas de la recuperación del carbón activado son:

a. Secado

- Que elimina las sustancias adsorbidas volátiles tales como alcoholes etc. La temperatura es alrededor de 200°C.

b. Vaporización

- De las sustancias adsorbidas y también la descomposición de las sustancias volátiles (200 — 5000ºC).

c. La pirolisis de las sustancias adsorbidas

- Que no son volátiles, las cuales resultan en la deposición de residuos carbonáceos sobre la superficie del carbón activado.

d. La Oxidación selectiva

- La Oxidación selectiva de los residuos pirolisados es (700ºC a 900ºC) por vapor de CO_2 o cualquier otro agente oxidante.
- Las tres primeras etapas, secado, vaporización y pirólisis, normalmente se dan sin mayores complicaciones. Sin embargo, la pirólisis no debería ser realizada a temperaturas mayores de 850°C
- Durante la oxidación selectiva, podría ser dificultoso remover los residuos sin causar daño a la estructura del carbón activado.
- La regeneración térmica no involucra oxidación directa de los residuos pirolisados con oxígeno; al contrario, la atmósfera en esta zona debe ser controlada y ausente de oxígeno de tal manera que las siguientes reacciones deben cumplirse:

  $C+O_2 \quad = CO_2$

  $C+O_2 \quad = CO$

2.4.4.2. PARAMETROS DE INFLUENCIA

Estos parámetros tienen influencia importante en la regeneración:

- Atmósfera del horno. Esta debe ser controlada, no debe haber presencia de aire y lograrse una oxidación con vapor (1 kg de vapor/kg carbón).
- Presencia de compuestos inorgánicos.- Que son los que normalmente están perjudicando la capacidad de adsorción y su remoción es el objetivo de la regeneración térmica.
- Temperatura.- Limites de 650 — 900^0C. A temperaturas sobre los 950°C inclusive con cortos tiempos de residencia, se obtiene carbones con excesivas pérdidas de actividad.
- Tiempo de residencia.

CAPITULO III

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA CONCEPCION DE LA MINA Y PLANTA METALURGICA DE LA COMPAÑÍA MINERA TAHOE - UNIDAD MINERA SHAHUINDO

3.1. DATOS GENERALES DE LA EMPRESA

Mediante este capítulo tratare de mostrar que datos en forma general se requiere para concebir un proyecto que la Empresa Minera TAHOE - UNIDAD MINERA SHAHUINDO (anteriormente Sulliden Shahuindo S.A.C.) desarrollo en dicho lugar

3.2. CRONOGRAMA POR ETAPAS DE LAS ACTIVIDADES DE DESARROLLO DEL PROYECTO

De acuerdo a la tasa de producción de 10 000 t/día (normal) el Proyecto contará con una vida útil de aproximadamente 10 años desde el inicio de las actividades de operación, con las siguientes etapas:

- Etapa de construcción (1 año con 6 meses de contingencia)
- Etapa de operación (10 años)
- Etapa de cierre (3.5 años)
- Etapa de post cierre (5 años).

Según se muestra en la foto

Foto Nº 3.1.
VISTA GENERAL DEL PROYECTO SHAHUINDO

3.3. PRINCIPALES ACTIVIDADES QUE SE DESARROLLÓ POR CADA ETAPA DEL PROYECTO

3.3.1. ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

La etapa de construcción comprendió las siguientes actividades:

Tabla Nº 3.1.

Actividades del Proyecto – Etapa de Construcción

COMPONENTE	ACTIVIDADES
Todos los componentes del Proyecto (Tajo abierto, pad de lixiviación, instalaciones de proceso, depósitos de desmonte, campamento, vía de acceso e infraestructura para el manejo de agua).	✓ Retiro de cobertura vegetal y top soil ✓ Preparación de sitios de obra ✓ Excavación y movimiento de tierras ✓ Explotación de canteras ✓ Disposición de material excedente ✓ Transporte del equipo electromecánico, material de obre y personal ✓ Construcción de caminos de acarreo y vía de acceso ✓ Construcción de instalaciones de suministro y manejo de agua ✓ Empleo de combustibles ✓ Generación de residuos sólidos ✓ Generación de efluentes líquidos del tipo doméstico
Tajo abierto	Preparación del tajo (pre-stripping)
Pad de lixiviación	✓ Preparación y construcción de pad de lixiviación ✓ Preparación y construcción de pozas de solución
Instalaciones del proceso	✓ Preparación y construcción de pozas de captación de agua ✓ Instalación de chancadora y fajas transportadoras ✓ Preparación y construcción de planta ADR
Instalaciones auxiliares (polvorín, almacén de reactivos y otros, grifo, etc.)	✓ Preparación y construcción de instalaciones auxiliares
Depósito de material estéril	✓ Preparación y construcción del depósito de material estéril
Depósito de Top Soil	✓ Preparación y construcción de los depósitos de top soil
Vías de acceso	✓ Corte de taludes ✓ Nivelación de terreno
Infraestructura para manejo de agua	✓ Instalación de tubería de agua y otras estructuras (detalladas en el punto 5 de la Tabla Nº 5.1.)
Campamento	✓ Construcción e instalación de campamento

Elaboración: Ausenco.

Fuente: Información proporcionada por KCA.

3.3.2. ETAPA DE OPERACIÓN

La etapa de operación comprende las siguientes actividades:

Tabla Nº 3.2.
Actividades del Proyecto – Etapa de Operación

COMPONENTE	ACTIVIDADES
Todos los componentes del proyecto	✓ Transporte del mineral al interior de la mina ✓ Transporte de maquinaria y personal por caminos de acceso a la mina ✓ Transporte de insumos ✓ Transporte del mineral ✓ Manejo de materiales peligrosos y combustibles ✓ Operación y mantenimiento de las instalaciones de suministro de agua ✓ Generación de residuos sólidos ✓ Generación de efluentes líquidos del tipo doméstico
Mina	✓ Voladura ✓ Extracción del mineral y movimiento de materiales del tajo
Pad de lixiviación	✓ Operación del pad (aplicación de solución y lixiviación) ✓ Operación de pozas de solución
Instalaciones del proceso	✓ Operación de las pozas de captación de agua ✓ Chancado ✓ Procesamiento del mineral en la planta ADR
Instalaciones auxiliares (Polvorín, Almacén, Grifo, etc.)	✓ Operación de instalaciones auxiliares
Depósito de material estéril	✓ Disposición de desmonte de mina
Campamento	✓ Operación del campamento y oficinas administrativas

Elaboración: Ausenco.

Fuente: Información proporcionada por KCA.

3.3.3. ETAPA DE CIERRE

La etapa de cierre comprende el desmantelamiento y demolición de algunas de las infraestructuras (edificios, planta de proceso, campamento, entre otros) y los trabajos de aseguramiento de estabilidad física, geoquímica e hidrológica de los componentes que permanecerán en el sitio (tajo, depósitos de material estéril y pad de lixiviación).

El post cierre consiste principalmente en el mantenimiento y monitoreo de los componentes cerrados. No se prevé el cierre temporal de las instalaciones.

Sin embargo, si por algún motivo éste fuera necesario, se procederá a implementar las medidas de cierre y mantenimiento necesarias para proteger la salud, seguridad pública y el medio ambiente durante el período de paralización.

CAPITULO IV

PROPUESTA TÉCNICA, PROCURA Y CONSTRUCCIÓN AMPLIACIÓN DE PLANTA ADR A 36,000 TMPD

4.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO METALÚRGICO

A continuación, se describe el proceso metalúrgico de la ampliación de la planta de ADR a 36,000 TMPD, haciendo una comparación con la planta existente.

Tal como se muestra en la sección anexos,

- Anexo 1 ampliación de planta ADR a 36,000 TMPD, Arreglo general de planta

4.1.1. SISTEMA DE IMPULSIÓN DE SOLUCIÓN LIXIVIANTE

Como se muestra en la sección anexo

- Anexo 2 ampliación de planta ADR a 36,000 TMPD, Arreglo general planta ADR y Sistemas de Bombeo y rebombeo

Actualmente la planta de ADR tiene una capacidad de procesamiento de 16,000 TMPD, la solución barren que sale de los 02 circuito de adsorción es almacenado en los tanques 135-TK-001A y 135-TK-001B, en dichos tanques se realiza el Make Up de cianuro y luego la solución es bombeada

hacia el Pad 1 y Pad 2A, a través de 02 bombas centrifuga en operación y 02 bombas en stand by, ver Fig. N° 4.1 (color gris).

Para la ampliación a 36,000 TMPD la solución que saldrá del circuito de adsorción N° 3 alimentará al tanque existente 135-TK-001B, y la solución barren que saldrá de los circuitos de adsorción N° 4 y 5 alimentarán a 02 tanques nuevos 135-TK-001C y D, en dichos tanques se realizará el Make Up de cianuro, la solución de lixiviación será preparada a un pH entre 10.5 a 11, con una fuerza de cianuro controlada en 150 ppm y 6 ppm de anti-incrustante, está será bombeada desde los tanques de solución barren de 45.2 m^3 de volumen de operación cada uno (135-TK-001A@D) hacia el Pad 2B usando en 05 bombas centrífugas de carcasa partida más una bomba de stand by (135-PU-003A@F); como parte de ampliación a 36,000 TMPD se están adicionado 02 bombas (135-PU-003E, 135-PU-003F). Los motores de estas bombas trabajarán con variadores de velocidad, a fin de dar flexibilidad a la operación.

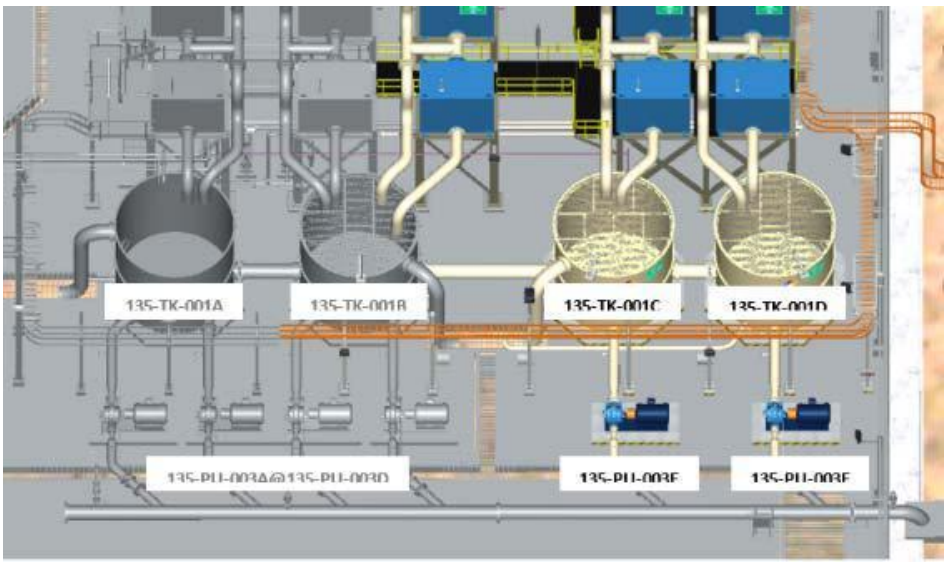


Figura N°4.1.
Arreglo general – Tanques barren

Las líneas principales del nuevo sistema de bombeo serán con tuberías de acero al carbono STD de 12” de diámetro. La solución de lixiviación bombeada llegará a un manifold de acero al carbono STD de 20” de diámetro existente ubicado en la planta ADR, y de ahí saldrá a través de una tubería de acero STD de 20” de diámetro. En esta línea se encuentra

instalado un transmisor de flujo electromagnético existente con el cual se podrá monitorear y regular el caudal bombeado por las bombas 135-PU-003A@F ya que se encuentra enclavada con los VFD´s de cada una de las bombas.

4.1.2. COLECCIÓN E IMPULSION DE SOLUCION PREGNANT

La solución enriquecida de valores que drena del pad 2A (solución pregnant), será colectada en la poza pregnant (PLS N° 1). Actualmente, la solución pregnant proveniente del pad 1 descarga en la poza pregnant (PLS N°01) y de acuerdo a la ampliación de la planta, la descarga de los pad 2B será colectada en la poza pregnant (PLS N°02).

En la poza pregnant (PLS N°01) se instalarán 03 bombas sumergibles (135-PU-001D@F) montadas en sus respectivas barcazas (135-BC-001D@F). 05 bombas se mantendrán siempre en operación, mientras 01 permanecerá en stand-by.

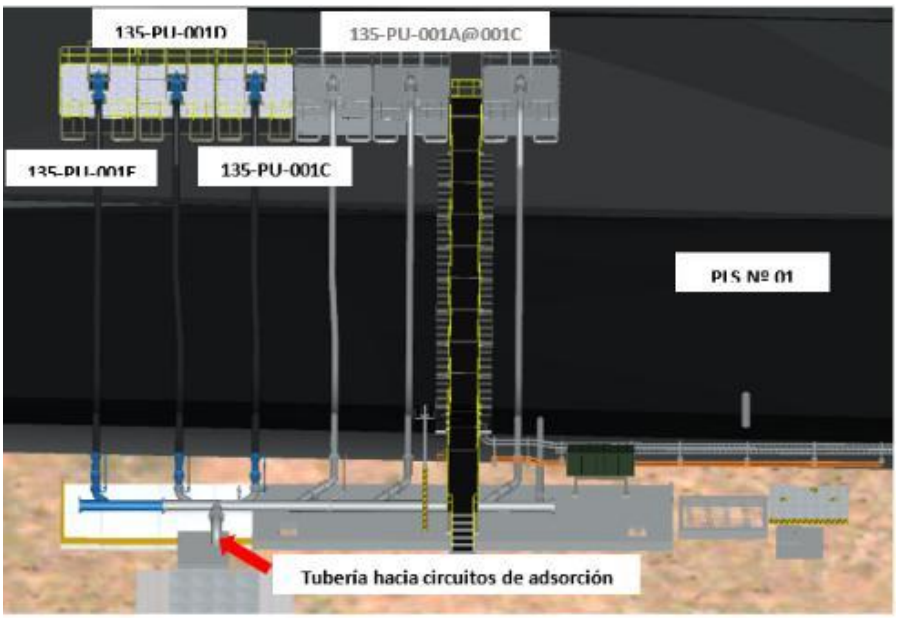


Figura N°4.2.
Arreglo general – Poza Pregnant (PLS Nº 01)

Como se indicó se contará con una segunda poza denominada poza pregnant (PLS N°02), la solución que será captada en esta poza deberá ser trasladada a la poza pregnant (PLS N° 01) para esto se instalará 01 sistema de bombeo en la PLS Nº 02 conformado por 06 bombas sumergibles (135-PU-004A@004F) con un caudal diseño de 407 m3/h cada una, montadas en sus respectivas barcazas (135-BC-002A@002F).

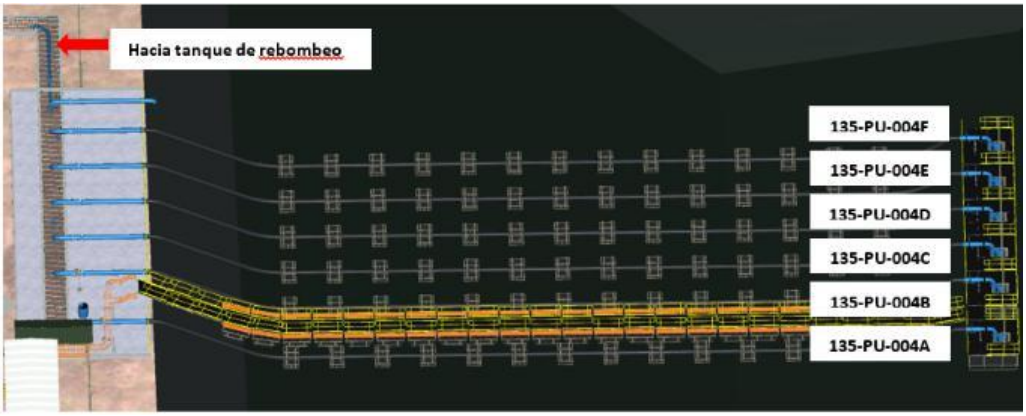


Figura N°4.3.

Arreglo general – Poza Pregnant (PLS Nº 02)

Desde el sistema de bombeo instalado en la PLS Nº 02 se impulsará la solución pregnant hacia un tanque de re-bombeo 135-TK-002 y de este hacia la poza PLS Nº 01, mediante 04 bombas de turbina vertical de las cuales 03 bombas se mantendrán siempre en operación mientras 01 permanecerá en stand by (135-PU-006A@006D).

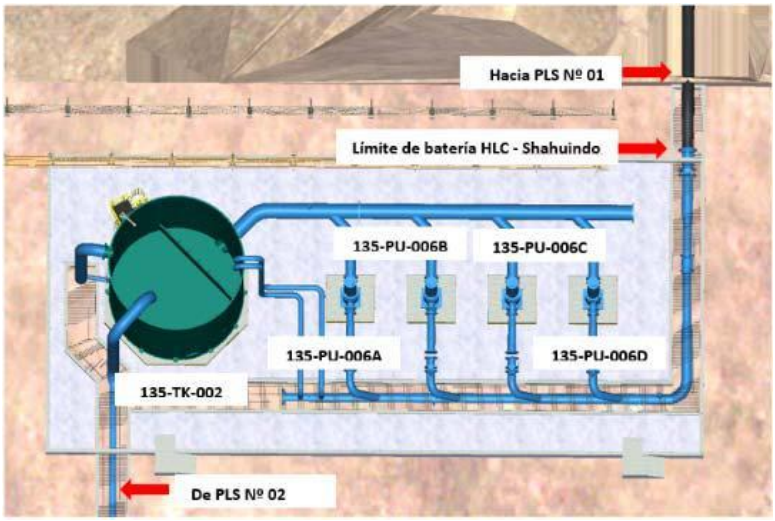


Figura N°4.4.

Arreglo general – Sistema de rebombeo Nº 01 hacia PLS Nº 01

4.1.3. ADSORCIÓN EN COLUMNAS DE CARBÓN ACTIVADO

La solución enriquecida producto de la lixiviación en pilas (solución pregnant) será bombeada desde la poza pregnant (PLS N°01) hacia los circuitos de adsorción; actualmente se tiene 02 circuito de adsorción existentes de 4 t de capacidad por columna.

La presente propuesta considera la instalación de 03 circuitos de adsorción considerando una configuración horizontal de seis columnas por circuito y cada columna de 5 t de capacidad, diseñado para una capacidad de tratamiento de 407 m^3/h (por circuito) con la finalidad de que los valores de oro y plata sean adsorbidos.

En la línea de ingreso de cada circuito de adsorción estará instalado un flujómetro electromagnético para el monitoreo y cuantificación del caudal, así como sus respectivos accesorios de control y seguridad.

Asimismo, en esta línea se ha previsto la dosificación de anti-incrustante por medio de bombas dosificadoras por circuito para alcanzar una concentración de 8 ppm, el cual se dosificará de manera constante.

La solución pobre que saldrá del circuito de adsorción (solución barren) será conducida a tres zarandas estacionarias tipo DSM de mallas 20, 100 y 200, instaladas en serie, para la separación de partículas de carbón que podrían ser arrastrados por el fluido proveniente de las columnas de adsorción, el flujo después de pasar por las zarandas DSM caerán al tanque barren. De acuerdo a lo mencionado en el punto 1.1 en el tanque barren se adicionará el anti-incrustante y se realizará el make-up de NaCN para reajustar la fuerza en la solución cianurada, y luego será bombeada a las pilas de lixiviación, produciéndose de esta manera el circuito cerrado en forma permanente.

Una vez que el carbón activado se cargue en la primera columna, se cortará la alimentación de solución pregnant y el carbón será enviado mediante un eductor al proceso de desorción.

Cuando la columna haya sido descargada (5 toneladas de carbón) ésta cantidad será repuesta con carbón, regenerado o nuevo procedente del área de manejo de carbón.

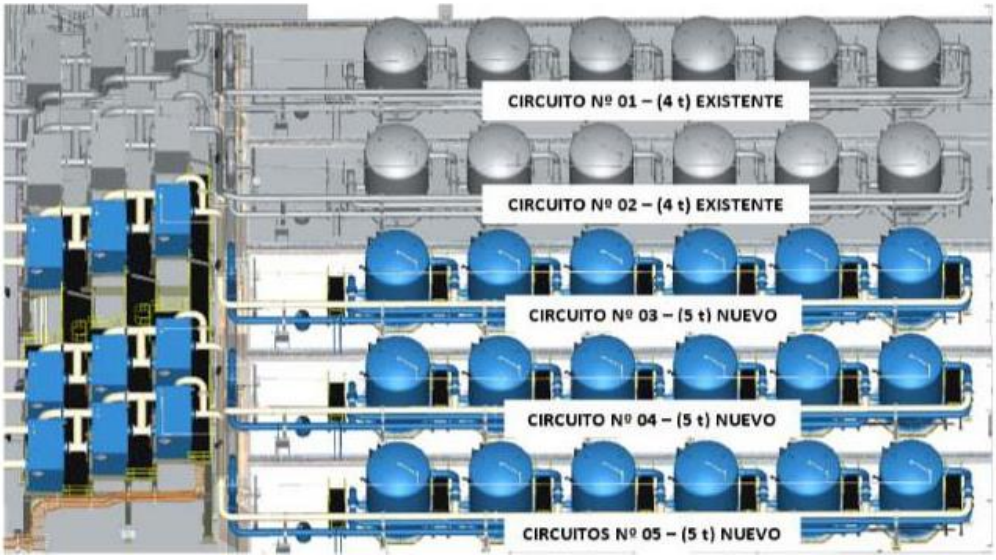


Figura N°4.5.

Arreglo general – Circuito de Adsorción

4.1.4. DESORCIÓN

Actualmente la planta cuenta con dos reactores existentes (150-VS-001/002), el diseño para la ampliación de la planta contempla la instalación de un reactor de desorción de 10 t capacidad de carbón (150-VS-003). El carbón cargado con contenido de metales valiosos será transportado desde 02 columnas de adsorción por medio de un eductor hacia el reactor de desorción de 10 t de capacidad.

La solución para realizar la desorción en el nuevo reactor (150-VS-003) será preparada en un nuevo tanque de almacenamiento de solución strip (150-TK-007) y consistirá en una solución alcalina con 3% de soda cáustica (NaOH), 100 ppm de cianuro de sodio (NaCN) y 12 ppm de anti-incrustante, de donde mediante nuevas bombas centrífugas (150-PU-008A o 150-PU-008B) impulsará la solución hacia un nuevo intercambiador de placas (150-HX-005) para aprovechar la temperatura de solución de salida del reactor de desorción, luego esta solución strip ingresa a un nuevo intercambiador de tipo espiral (150-HX-004A), dejando otro intercambiador de tipo espiral similar (150-HX-004B) en stand-by, el cual transferirá el calor del aceite térmico generado por el caldero 150-HE-002 a la solución.

La solución strip al salir del intercambiador de espiral 150-HX-004A alcanzará luego de un tiempo adecuado, una temperatura de 80°C, luego se direccionará el flujo hacia el reactor de desorción (150-VS-003), el fluido recirculará entre el tanque strip, intercambiadores de calor y reactor de desorción hasta mantener estable una temperatura de 140ºC a una presión de 50 psi.

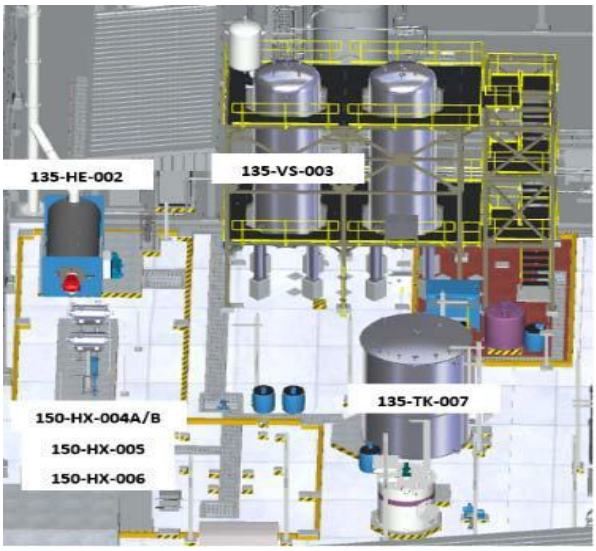


Figura N°4.6.
Arreglo general – Desorción a Presión

Esta solución enriquecida al salir del reactor ingresará al segundo intercambiador (150-HX-005), para luego ingresar al tercer intercambiador de placas (150-HX-006) donde será enfriada hasta 60ºC haciendo uso de solución barren o agua industrial. La solución cargada a 60°C ingresará al nuevo tanque de distribución (150-TK-009), donde será despresurizada. De este tanque será distribuido a tres circuitos de electrodeposición que trabajarán en paralelo, cada circuito contará con un flujómetro electromagnético en la línea de ingreso, 02 circuitos estará conformado por tres celdas electrolíticas que trabajarán en serie, mientras que 01 circuito estará conformado por 02 celdas electrolíticas que trabajaran en serie, cada celda con su respectivo rectificador de corriente.

Por aplicación de corriente continua, se depositará el oro, la plata y otros metales presentes en los cátodos con malla de acero inoxidable. La solución pobre que sale de las celdas será conducida por gravedad al

tanque de almacenamiento de solución strip (150-TK-007), cerrando de esta manera el circuito. El flujo de operación de la solución de desorción será de 40.0 m^3/h, y en cada circuito de electrodeposición será de 13.3 m^3/h.

El proceso de desorción se realizará en circuito cerrado y durará aproximadamente 16 horas, luego del cual el carbón desorbido será descargado y enviado al área de lavado ácido.

Después de varios usos la solución de desorción se saturará con elementos contaminantes, por tal motivo será descargada del tanque de solución strip 150-TK-007 y será enviada al sumidero de desorción, donde será conducida por rebose a las canaletas del sumidero principal.

Los cátodos con malla de acero inoxidable serán lavados en sus respectivas celdas, para recuperar el cemento electrolítico con oro y plata que se encuentra adherido a ellos. El cemento será drenado a un nuevo tanque de lodos (150-TK-010) para luego ser bombeado al filtro prensa existente (150-FL-003) por medio de una nueva bomba neumática de doble diafragma (150-PU-012). El precipitado electrolítico filtrado será enviado a unos de los 03 hornos retorta (170-RF-001@003) y luego a los hornos de fundición (170-FU-001/002).

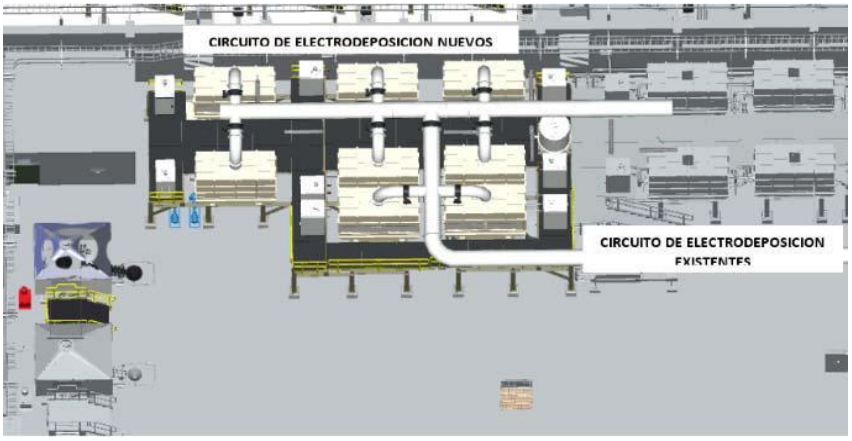


Figura N°4.7.

Arreglo general – Electrodeposición

El nuevo sistema de electrodeposición contará con un sistema de lavado de los gases los cuales se producirán en las cuatro nuevas celdas electrolíticas (150-EW-005@008). Este sistema estará conformado por una torre de lavado de gases 150-WT-002, un extractor de gases 150-FA-004, bomba de recirculación de agua 150-PU-014, columnas de carbón sulfurado y chiller para reducir la temperatura de agua de lavado, ductos y líneas de flujo.

Por acción del extractor de gases se generara una corriente de extracción en las campanas de las celdas electrolíticas las cuales conducirán a los vapores generados por los ductos hasta ingresar a la torre de lavado y pasar a través de los empaques tipo hi-flow de 2" de diámetro donde se realizará el contacto con gotas de agua fría que ingresará a la torre por la parte superior, producto de este contacto se producirá el efecto de condensación de mercurio y otros compuestos que se presenten en los vapores; estos seguirán pasando hasta llegar a un eliminador de niebla con el objetivos de atrapar la humedad que presenten los vapores para luego salir de la torre y pasar a columnas con carbón sulfurado los cuales atraparan el remanente de mercurio que los vapores puedan contener para así evacuar vapores exentos de mercurio.

Por otro lado, se tendrá un sistema de enfriamiento de agua conformado por chiller; el objetivo de este sistema es mantener la temperatura de agua de lavado constante mejorando así la eficiencia de lavado.

4.1.5. LAVADO ÁCIDO DEL CARBÓN

Para realizar el lavado acido se contará con un reactor de 10 t de capacidad de carbón fabricado en acero inoxidable 316L.

Una vez terminada la desorción, se tendrá dos opciones para disponer el carbón:

a. El carbón se podrá enviar por medio de un eductor al área de manejo de carbón, con la finalidad de eliminar los finos producidos para luego

enviar el carbón mediante un eductor al reactor de lavado ácido existente (155-TK-002) o nuevo (155-TK-004).

b. El carbón se podrá enviar directamente por medio de un eductor hacia el reactor de lavado ácido (155-TK-002 ó 155-TK-004).

El lavado ácido o lavado químico se realizará con el objetivo de limpiar sales como carbonatos, sulfatos adsorbidos por el carbón activado. Este proceso se realizará en circuito cerrado, con una solución de ácido clorhídrico (HCl) preparado al 4%; esta solución pasará a través del carbón hasta que el pH se estabilice por debajo de 2.

El nuevo sistema contará con dos zarandas estacionarias DSM 155-SC-003 y 155-SC-004, ambas con malla 20. La malla DSM 155-SC-003 estará instalada en la línea de recirculación de la solución de lavado, y su finalidad es retener las partículas de carbón que pueden ser arrastradas por la solución. Este DSM será fabricado en acero inoxidable, mientras que el segundo DSM 155-SC-003 será fabricado en acero al carbono y estará instalado en la línea de descarga de solución de lavado, la cual será usada cuando se requiera descartar la solución de lavado del sistema. El objetivo de este equipo es retener carbón que puede ser arrastrado por la solución.

El carbón después del lavado ácido se neutralizará mediante recirculación con solución de hidróxido de sodio hasta obtener que la solución de lavado alcance un pH alrededor de 7, luego se enjuagará con agua industrial que ingresará por la parte inferior del reactor, y quedará listo para ser enviado mediante un eductor a la tolva de almacenamiento de carbón 165-TK-004/006 para luego pasar a un nuevo ciclo de adsorción.

Para el almacenamiento de ácido clorhídrico se instalará un tanque de almacenamiento de 20 m^3 de capacidad fabricado en fibra de vidrio, se contará también con una bomba de trasvase para alimentar desde el camión cisterna al tanque y una bomba dosificadora para impulsar el ácido hacia el tanque de recirculación de solución de lavado.

4.1.6. REGENERACIÓN TÉRMICA

El sistema contará con 02 circuitos de regeneración térmica. El carbón activado pobre proveniente de las tolvas de almacenamiento 165-TK-004/006 será descargado sobre una zaranda vibratoria circular (160-ZV-001 160-ZV-003) mediante el chute de alimentación (160-ST-001 ó 160-ST-002). La zaranda clasificará el carbón fino, descargando los finos en el tanque de carbón fino 165-TK-003, mientras que el carbón grueso descargará en la tolva de alimentación de carbón de 5 t de capacidad de carbón (160-TK-001 ó 160-TK-003)

El carbón proveniente de las tolvas de alimentación es descargado a la tolva de regeneración térmica (160-FU-001/002) mediante una zaranda de vibratoria de pre-secado (160-ZV-002 ó 160-ZV-004), los finos clasificados de esta zaranda serán alimentados en el tanque de carbón fino 165-TK-002.

La temperatura a la cual se llevará a cabo la regeneración térmica será de ~500°C y el tiempo de operación del proceso será de 31 horas aproximadamente.

Finalmente, el carbón será descargado en el tanque de enfriamiento de carbón (160-TK-002 ó 160-TK-004) mediante los alimentadores electromagnéticos ubicados en parte inferior de los hornos de regeneración térmica.

El carbón regenerado proveniente de los tanques de enfriamiento (160-TK-002/004) transportados por medio de eductores portátiles hacia las tolvas de almacenamiento de carbón (165-TK-001/005).

Se cuenta con líneas de solución barren y anti-incrustante para el transporte del carbón activado, la concentración del anti-incrustante en la solución será de 4 ppm.

Los gases generados en los hornos serán tratados en el sistema de lavado de gases y este estará conformado por depurador de cenizas, enfriador de

gases, torre de lavado de gases, columnas de carbón sulfurado, extractor y chiller.

Este sistema será diseñado teniendo en cuenta el tratamiento y recuperación de mercurio; para lo cual se contará con un depurador de cenizas en su parte interior contara con un sistema de aspersión de agua y demister, se inyectará agua a presión y será la primera etapa de precipitación de mercurio acompañado con cenizas arrastradas por el sistema de extracción, seguidamente los gases pasan por el enfriador de gases (intercambiador de calor tipo tubo) donde se obtendrá la segunda etapa de condensación de mercurio, para luego ingresar a la torre de lavado y generar el contacto entre las gotas de agua fría, gases y empaque tipo Hi-flow 2" Ø precipitando así el mercurio y otros compuestos que los gases puedan contener, antes que los gases salgan de la torre atravesarán por un demister con el objetivo de retener humedad, luego pasaran por columnas de carbón sulfurado para retener el remanente de mercurio que los gases puedan contener de tal manera de evacuar gases cumpliendo la concentraciones que exige la normativa vigente.

Adicionalmente se tendrá un sistema de enfriamiento de agua mediante chiller para mantener una temperatura baja y constante del agua de lavado y así tener una buena eficiencia.

El sistema de regeneración térmica será completamente recubierto con paneles tipo precor o similar, en su interior se instalarán campanas para la extracción de gases producidos durante la operación, una campana se ubicara en la tolva de alimentación de cada horno de regeneración térmica la cual cubrirá todo el cuerpo del horno con el fin de tener una mejor captación de los gases producidos en esta etapa, se instalará una campana sobre cada tanque de enfriamiento para captar los gases producidos en éste y campanas ubicados en la parte superior de la nave para captar los gases remanentes, todos estos gases serán direccionados hacia una torre de lavado de gases mediante un extractor centrífugo de 20,000 cfm de capacidad, los gases que saldrán de la torre de lavado podrán ser descargados al medio ambiente.

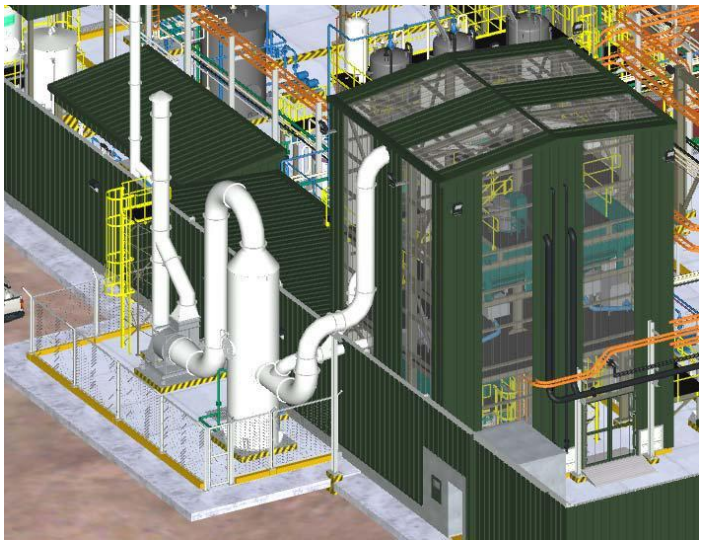


Figura N°4.8.

Arreglo general – Regeneración Térmica

4.1.7. MANEJO DEL CARBÓN ACTIVADO

El área de manejo de carbón servirá para recepcionar y distribuir el carbón activado en las diferentes etapas del proceso.

Esta área contará con 02 tolvas de almacenamiento de carbón de 5 t de capacidad (165-TK-003@004) y una zaranda vibratoria circular 165-ZV-002, líneas de tuberías de acero al carbono de 3” y 6”, líneas de tuberías de HDPE de 8”, accesorios y un tanque de sedimentación de carbón fino 165-TK-003.

El carbón desorbido proveniente de los reactores de desorción y el carbón lavado proveniente de los reactores de lavado ácido, son transportados por medio de eductores portátiles hacia la tolva de almacenamiento de carbón, para desde ahí ser enviado al circuito de regeneración o al circuito de lavado ácido.

El carbón activado y el carbón grueso recuperado de los DSM’s de los circuitos de descarga de desorción, serán alimentados a las tolvas de almacenamiento de carbón 165-TK-001/005 para luego ser enviado a las columnas del circuito de adsorción.

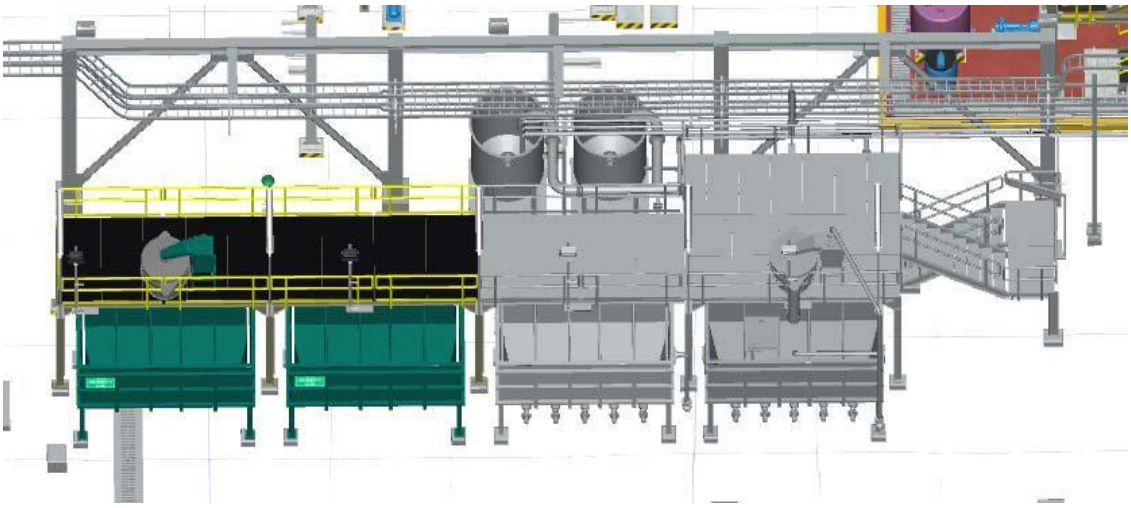


Figura N°4.9.

Arreglo general – Manejo de Carbón

Por la naturaleza del proceso, el carbón proveniente del circuito de regeneración térmica siempre sufrirá atricción durante su manejo, generando partículas de carbón fino que deben ser separadas del sistema, para lo cual se ha dispuesto una zaranda circular con malla N° 20 antes del ingreso del carbón recuperado a las tolvas de almacenamiento mencionadas. La fracción fina de carbón pasará a los tanques de carbón fino con fondo cónico, para luego impulsar mediante una bomba centrifuga de 30 m^3/h a un filtro prensa de placas de 800 x 800 mm con 15 placas, en el que se recuperará el carbón fino.

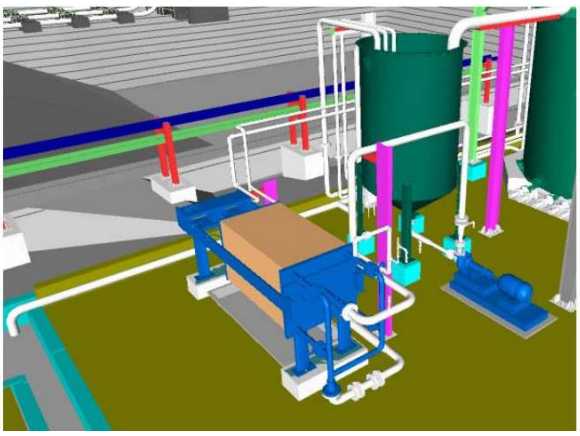


Figura N°4.10.

Arreglo general – Manejo de Carbón Fino

4.1.8. FUNDICIÓN

En el área de fundición se producen las barras doré a partir del precipitado electrolítico. En esta área se consideran los siguientes sistemas y equipos, cuyo funcionamiento está orientado a cuidar el medio ambiente y la seguridad del trabajador.

4.1.8.1.- SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE MERCURIO

Actualmente el precipitado obtenido de las celdas electrolíticas, es enviado al horno retorta y llenado en 5 bandejas de 60 kg de capacidad cada una y colocados dentro del horno retorta 170-RF-001.

Para la ampliación a 36,000 TMPD, se instalarán 02 hornos retortas eléctrico 170-RF-002 y 170-RF-003, de capacidad de 300 kg de precipitado húmedo cada uno. El precipitado será llenado en 5 bandejas de 60 kg de capacidad cada una y colocados dentro de los hornos retorta.

Durante esta operación, existirá un flujo de aire que ingresa al horno para arrastrar los gases que se van produciendo, ejercidos por la operación de la bomba de vacío. La finalidad de la bomba de vacío es arrastrar los gases producidos en el horno retorta, con el objetivo de extraer todo el contenido de mercurio del precipitado en forma de gas. Los gases generados en el horno de retorta pasarán a un sistema de tres condensadores similares instalados en serie, para un enfriamiento con agua que fluye en contracorriente, donde el mercurio será precipitado pasando al estado metálico para ser depositado en el tanque de recuperación de mercurio. El gas al finalizar su paso por los condensadores, continuará su paso hacia una columna conteniendo carbón activado sulfurado (6 x 12 mallas) como una medida adicional de seguridad para atrapar posibles vapores de mercurio.

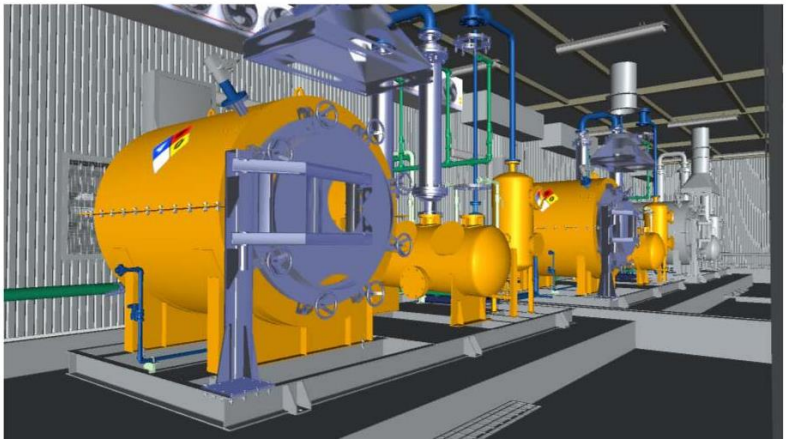


Figura N° 4.11.
Sala de hornos retorta

Todo el sistema desde el inicio de calentamiento hasta el enfriamiento trabajará de manera automática, con recirculación de aire fresco en el interior de la sala. Cada horno contará con un tablero de control que hará las funciones de controlador de procesos estará encargado de realizar las funciones de procesamiento, control lógico y secuencia de las señales discretas y analógicas provenientes de los instrumentos, este elemento realizará el control de temperatura y se utilizará un controlador auxiliar exclusivamente para sensar temperatura alta, el cual ante un evento de este tipo deberá des-energizar de forma general el tablero de fuerza.

Todos estos instrumentos y actuadores, serán monitoreados y accionados desde el tablero de control, para ello se dispondrá de una pantalla (HMI), touchscreen (pantalla táctil) desde donde se podrá setear los valores de la rampa de temperatura del horno, y a su vez se podrá visualizar el valor de temperatura y el tiempo transcurrido para cada rampa. Se podrá visualizar los eventos de alarma, y estado del proceso en tiempo real, se mostrarán despliegues del proceso.

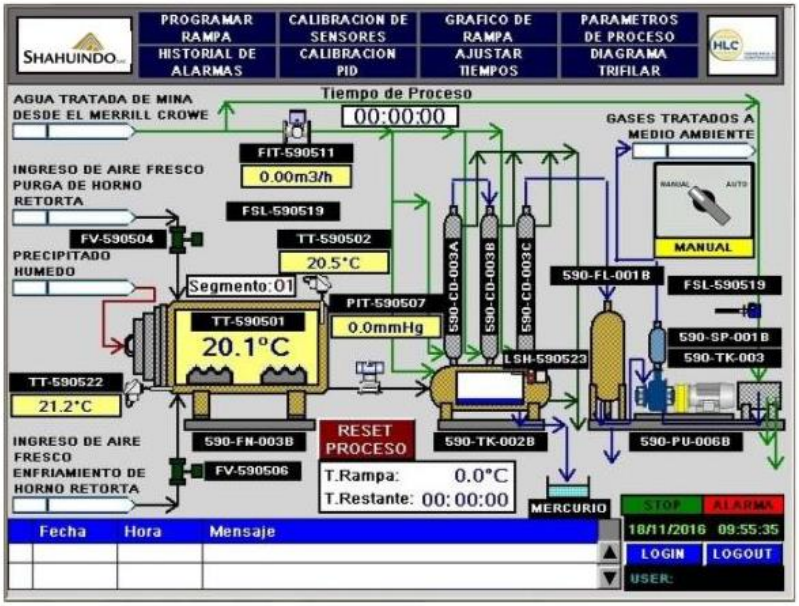


Figura N° 4.12.

Sistema de control de hornos retorta

Para la nueva área de retortas se instalará con un sistema de inyección de aire (170-FA-003) que cuenta con ductos para distribuir el aire. Adicionalmente, se instalará un sistema de enfriamiento que constará de una unidad condensadora (170-UC-002) y 04 unidades evaporadoras (170-UE-005@008) para mantener una temperatura constante de 4°C en el área.

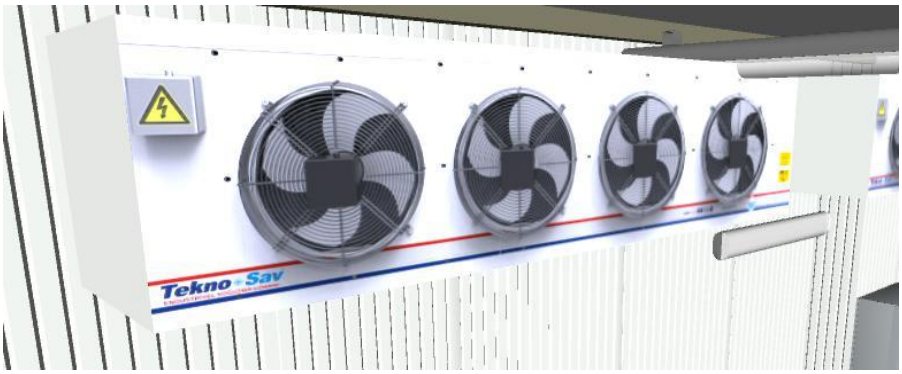


Figura N° 4.13.

Inyectores de aire

Adicionalmente con la finalidad de condensar todo el mercurio que se extrae del horno retorta se instalará un sistema de enfriamiento (CHILLER), esto con la finalidad enfriar los gases calientes que se generan

en el horno retorta. El agua que sale del chiller pasará por los intercambiadores de calor y retornará al chiller para enfriar, formando un circuito cerrado.

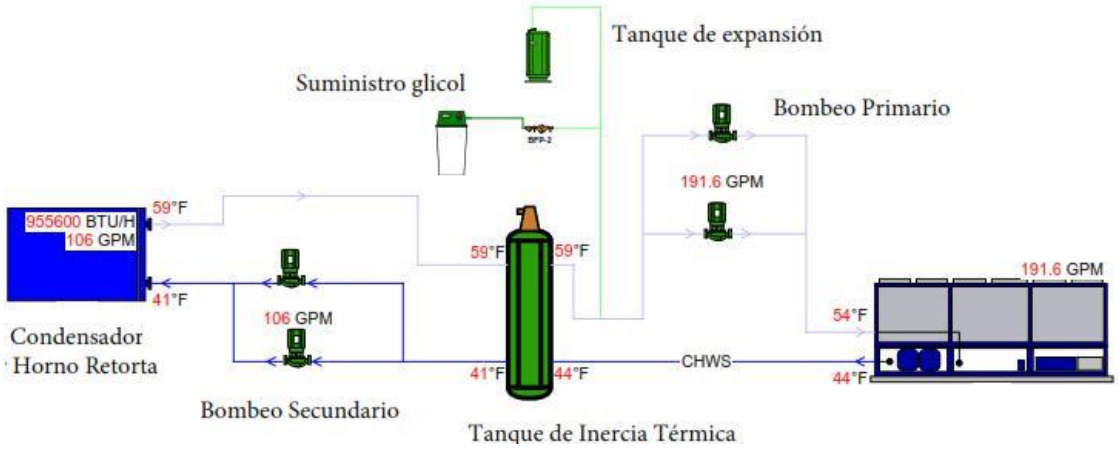


Figura N° 4.14.
Sistema de enfriamiento de agua (CHILLER)

Este sistema de enfriamiento también será usado para enfriar el agua de recirculación de la torre de lavado de gases de los hornos de fundición.

4.1.8.2.- FUNDICIÓN EN HORNO BASCULANTE

Actualmente el precipitado seco que sale del horno retorta 170-RF-001, se mezcla con fundentes y se funde en el horno de fundición existente 170-BU-001 del tipo basculante modelo AT600.

Para la ampliación a 36,000 TMPD, se instalará un horno de fundición 170-BU-002, similar al existente. Dicho horno estará implementado con su respectivo sistema de colada en cascada y con basculamiento hidráulico, para trabajar con un quemador de petróleo con ventilador incorporado.

El cemento electrolítico seco y libre de mercurio producto del horno retorta, será mezclado con fundentes tales como bórax, nitrato de potasio, sílice y carbonato de sodio en proporciones indicadas en la tabla N° 04. Esta mezcla será cargada al crisol para ser fundida durante un tiempo de aproximadamente 4 horas por cada colada.

De esta manera se producirá las barras bullón como producto terminado del proceso de recuperación de oro y plata para el Proyecto Shahuindo.

Como medida de seguridad para las barras que se irán produciendo, se contará con una bóveda para guardarlos hasta su transporte, según procedimiento que será establecido por los propietarios del proyecto.

Las escorias que se producirán en la fundición arrastran pequeñas cantidades de oro y plata. Estas escorias serán derivadas al depósito de escorias para finalmente quedar a disposición del Shahuindo.

Durante la fundición, existirán gases que pasarán a su respectivo sistema de tratamiento según se describe en la siguiente sección.

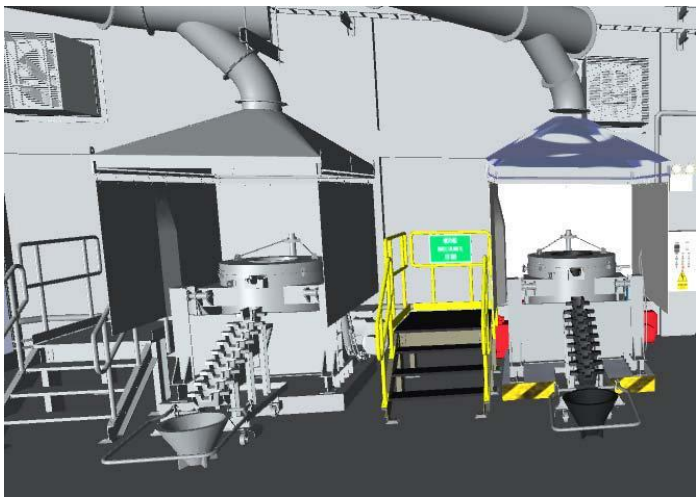


Figura N° 4.15.
Hornos de fundición tipo Basculante hidráulico

4.1.8.3.- SISTEMA DE EXTRACCIÓN Y LAVADO DE GASES

Actualmente el área de función se tiene en planta un sistema de extracción y lavado de gases. El sistema de extracción y lavado de gases del horno de función existente está conformado por: Una campana extractora (170-EB-001), un extractor (170-FA-001), torre de lavado de gases (170-WT-001), una bomba de recirculación de agua (170-PU-001).

Así mismo, la sala de retorta cuenta un sistema de lavado de gases independiente. Este sistema consiste en una torre de lavado de gases 170-WT-002, un extractor de gases 170-FA-002, bomba de recirculación de agua 170-PU-002, ductos y líneas de flujo.

Para la ampliación a 36,000 TMPD, se instalará 02 campanas de extracción de gases en el área de retorta y se instalará una campana para la extracción de gases del horno de fundición.

Los gases son colectados a través de una campana por acción del extractor y serán conducidos por sus respectivas líneas de flujo pasando a cada torre de lavado de gases. La torre de lavado de gases contiene en su parte interior, un relleno de tri-packs con el objeto de crear áreas y mejorar el contacto entre los gases y las gotas de agua de lavado que ingresarán por la parte superior, distribuido por un sistema de aspersión generado por la presión del sistema de bombeo.

4.1.9. FACILIDADES DE PLANTA

4.1.9.1.- SUMINISTRO Y DISTRIBUCIÓN DE AIRE

Actualmente la planta cuenta con una compresora de aire tipo tornillo (110-AC-001) con sus respectivos filtros, con caudal de diseño de 185 cfm a nivel del mar, 130 cfm requerido a 2,817 m.s.n.m., máxima presión de 120 psig. La compresora deberá tener un filtro para retener partículas o contenido de aceite presentes en el aire. Adicionalmente se tiene instalado un tanque pulmón de aire comprimido (110-TK-002) de 0.79 m^3 de capacidad.

El aire comprimido es suministrado a los filtros prensa, al filtro tambor de la planta ADR, y a la bomba neumática de electrodeposición. Para el caso de algunos equipos de instrumentación neumática, se suministra aire seco, para lo cual se tiene instalado un secador de aire y filtros de protección de alta eficiencia en la línea destinada para este propósito.

Para la ampliación a 36,000 TMPD se instalará un compresor de aire de tipo tornillo (110-AC-002) con sus respectivos filtros. El compresor deberá tener un filtro para retener partículas o contenido de aceite presentes en el aire. Asimismo, se instalará un tanque pulmón de aire comprimido (110-TK-004) de 0.79 m^3 de capacidad.

El aire comprimido será suministrado a las bombas neumáticas 150-PU-010 y 150-PU-012 del área de electrodeposición, filtro de carbón fino. También, suministrará de aire de instrumentación a 03 válvulas controladas, para lo cual se tendrá instalado un secador de aire y filtros de protección de alta eficiencia en la línea destinada para este propósito.

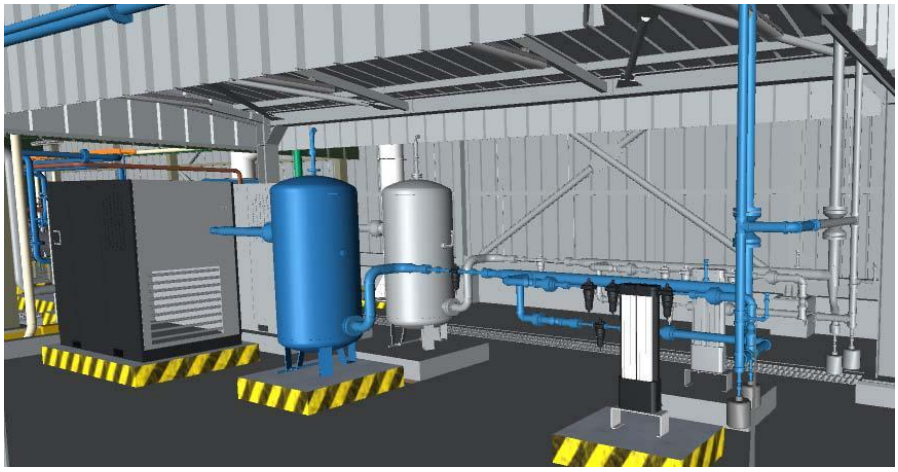


Figura N° 4.16.
Área de compresores de aire

4.1.9.2.- SUMINISTRO Y DISTRIBUCIÓN DE PETRÓLEO (Diésel 2)

Actualmente se cuenta con un tanque diario de almacenamiento (110-TK-001) de 4.7 m3 de capacidad de operación, con un visor de nivel. Este tanque es abastecido de combustible desde los camiones cisterna de los proveedores. Desde este tanque, se alimenta de D-2 al caldero de aceite térmico del área de desorción y al quemador del horno de fundición existente (150-BU-001 y 170-BU-001).

Para la ampliación a 36,000 TMPD se instalará un tanque de almacenamiento de diésel 2 (110-TK-003) de las mismas características del tanque de almacenamiento actual. Desde este tanque, se alimentará

de D-2 al nuevo caldero de aceite térmico del área de desorción y quemador horno de fundición (150-BU-002 y 170-BU-002).

Figura N° 4.17.

Tanques de almacenamiento de petróleo D-2

4.1.10. PREPARACIÓN, DOSIFICACIÓN Y CONSUMO DE REACTIVOS

En el procesamiento de minerales oxidados por lixiviación en pilas y en la planta de procesos es necesario el manejo adecuado de los reactivos que serán empleados, siendo estos los siguientes: Cianuro de sodio, hidróxido de sodio, anti-incrustante, ácido clorhídrico industrial y otros reactivos.

4.1.10.1. PREPARACIÓN Y DOSIFICACIÓN DE SOLUCIÓN DE HIDRÓXIDO DE SODIO

La preparación de la solución de hidróxido de sodio será por batch a una concentración de 20% NaOH, para lo cual se instalará un nuevo tanque de acero estructural para realizar la desorción, este tendrá un agitador y una tolva en la parte superior para adicionar el NaOH en estado de microperlas sólidas, proveniente en sacos de 25 kg a una pureza de 98%.

El nuevo tanque de preparación de hidróxido de sodio (130-TK-005), contará con una bomba centrífuga horizontal (130-PU-003D) para el trasvase de la solución hacia el tanque strip (150-TK-007) también, se tiene instala una bomba dosificadora de diafragma que enviará la solución

de hidróxido de sodio al tanque de recirculación de ácido (155-TK-001) para neutralizar la acidez que contiene el carbón tratado químicamente hasta obtener un valor de pH 7 a 8.

4.1.10.2.- DOSIFICACIÓN DE SOLUCIÓN DE CIANURO DE SODIO

Desde el tanque de dosificación existente se impulsará la solución de cianuro de sodio permanentemente al tanque barren (150-TK-001A) mediante una bomba peristáltica existente (130-PU-002B) hasta llegar a una concentración de 150 ppm de cianuro de sodio en la solución de lixiviación. Adicionalmente, para la ampliación de la planta se instalará una bomba peristáltica (130-PU-002C) la cual dosificará la solución desde el tanque cianuro de sodio existente (130-TK-002) hacia el tanque barren (150-TK-001C).

De este mismo tanque se dosificará la solución de cianuro de sodio al tanque de preparación de solución strip nuevo (150-TK-007) usando una bomba dosificadora (130-PU-002A).

4.1.10.3.- DOSIFICACIÓN Y USO DE ANTI-INCRUSTANTE

Para evitar la incrustación (precipitación) de carbonatos en las paredes internas de los accesorios, tuberías y mangueras de riego, tuberías de bombeo, equipos de bombeo, en el mismo carbón y en general en toda la planta de recuperación, es necesario el uso de anti-incrustante en las soluciones.

En tal sentido se instalarán nuevas bombas dosificadoras de anti-incrustante en los siguientes puntos:

Tanque de solución barren (135-TK-001C); la concentración de dosificación en este punto será de 6 ppm y se usará la bomba dosificadora 130-PU-008.

Línea de alimentación de solución pregnant a circuito de adsorción N° 03@05; la concentración de dosificación en estos puntos será de 8 ppm y se usarán las bombas dosificadoras 130-PU-006C@E.

Sistema de desorción (tanque strip: 150-TK-007); la concentración de dosificación en este punto será de 12 ppm y se usará la bomba dosificadora 130-PU-009.

Regeneración térmica (Tanques de enfriamiento de carbón 160-TK-002/004); la concentración de dosificación en este punto será de 4 ppm y se usará la bomba dosificadora 130-PU-010 ó 130-PU-011.

De esta manera se evita la adsorción de carbonatos en el carbón activado, lo cual permitirá adsorber más metales valiosos y tener menores frecuencias de lavado químico del carbón.

4.2. PAUTAS LÍMITE DE LA INGENIERÍA COMPLEMENTARIA

4.2.1. ALCANCE

El alcance del estudio complementario comprenderá la actualización de la Ingeniería de detalle Ampliación a 36,000 TMPD desarrollada por HLC. Según lo solicitado en el documento “Alcance de trabajo Anexo D”, enviado por Tahoe Resources, en el cual se traza el objetivo de optimizar el proceso y hacerlo más funcional;

4.2.1.1. ALCANCE GENERAL

Esta parte del proyecto considera el desarrollo de la Ingeniería de detalle complementaria de todas las áreas necesarias para el funcionamiento de la Ampliación de la Planta ADR a 36,000 TMPD.

Se realizará el desarrollo de la ingeniería de detalle complementaria en las siguientes áreas:

Área 135 - Lixiviación
Área 140 - Adsorción
Área 165 - Manejo de carbón
Área 150 - Desorción y electrodeposición
Área 155 - Lavado ácido
Área 130 - Manejo de reactivos
Área 160 - Regeneración térmica
Área 110 - Facilidades de Planta
Área 170 – Fundición

4.2.1.2. ALCANCE ESPECÍFICO

Desarrollar la ingeniería de detalle complementaria, teniendo en cuenta que las instalaciones diseñadas cumplan con los estándares de Ingeniería, medioambientales, y que sean seguras, económicas, fáciles de construir, mantener y operar, La meta principal de la Ingeniería de Detalle Complementaria será proveer de documentos y planos a nivel de detalle que permita a SHAHUINDO la procura y construcción de la ampliación de la planta ADR a 36,000 TMPD.

La ingeniería de detalle incluirá las siguientes disciplinas:

- Procesos
- Mecánica
- Tuberías
- Concreto
- Estructuras
- Arquitectura
- Electricidad
- Instrumentación

4.2.2. CÓDIGOS, REGULACIONES Y ESTÁNDARES

Todo el trabajo a realizarse, así como los materiales a suministrar se deben ajustar a las especificaciones técnicas, códigos y regulaciones indicadas en el listado de especificaciones adjunto a este alcance de trabajo y a las últimas ediciones de los siguientes códigos:

ACI	American Concrete Institute
AISC	American Institute of Steel Construction
ANSI	American National Standards Institute
AWWA	American Water Works Association
ASME	American Society of Mechanical Engineers
NEC	National Electric Code
NFPA	National Fire Protection Association
NOSA	National Occupation Safety Association
ASTM	American Society for testing & Materials
UBC	Uniform Building Code
RNE	Reglamento Nacional de Edificación
ASHRAE	American Society of Heating, Refrigeration & A/C Engineers

4.2.3. PERSONAL

La naturaleza de este proyecto requiere el concurso de un equipo de profesionales, con experiencia en ambiente, mecánica, electricidad, instrumentación, diseño civil, estructural, costos y presupuestos, dibujantes, proyectistas, administración y gerencia de proyectos.

Durante el proceso de las actividades, diversos miembros del equipo estarán disponibles tanto para el trabajo de campo como para los trabajos de gabinete en la revisión de los diseños, análisis de ingeniería especializado y reporte gerencial.

4.2.4. CONTROL Y PLANEAMIENTO DEL PROYECTO

El Controlador y Planeador del proyecto estará encargado de organizar y planear, programar el presupuesto y el cronograma, así como administrar

la base de datos del proyecto, que permita obtener información para comparar lo planificado contra el avance real; y poder analizar las desviaciones.

El control de costos y avance consiste en la medición de la “performance” actual y la comparación con la “performance” planificada para el proyecto.

HLC tiene previsto proveer, reportes semanales y mensuales del progreso, donde se podrá comparar el avance programado con el actual.

4.2.5. REVISIÓN Y APROBACIÓN DE ENTREGABLES

Para el desarrollo del servicio, la metodología que HLC va a implantar para la revisión de toda la documentación del proyecto entregada al cliente es la siguiente:

En revisión B se emitirá los entregables para “Revisión y Aprobación del Cliente”, y solo existirán tres respuestas por parte del cliente:

- Aprobado: Inmediatamente se emitirá en Rev. 0.
- Aprobado con comentarios: Se levantarán los comentarios y se emitirá en Rev. 0.
- Rechazado: Se analizará los puntos observados y se corregirá lo que corresponda. Se emitirá seguidamente en Rev. C para “Aprobación del Cliente”, para luego de aprobado, emitir en Rev. 0.

La presente propuesta considera el envío de entregables en grupos compatibles con las especialidades, existirán **03 días calendarios** para su revisión y devolución de los entregables en Rev. B o Rev. C por parte del cliente con la anotación que corresponda, si este plazo es superado, los entregables se darán como aprobados automáticamente.

4.2.6. ENTREGABLES Y CRONOGRAMA

Para el control del servicio, HLC ha listado las actividades y documentos entregables

Sin embargo, el requerimiento de cualquier documento o plano adicional tendrá un costo adicional que será asumido por el cliente.

HLC entregará al cliente documentos para su revisión y aprobación progresivamente según el avance del estudio.

Una vez terminado cada una de las etapas del estudio, HLC entregará al cliente 01 copia impresa más un CD conteniendo el estudio en formato Adobe Acrobat PDF y en formato nativo. Si el cliente solicitara mayor cantidad de copias impresas, estas tendrán un costo adicional.

4.3. LIMITES DE BATERIA DE CONSTRUCCIÓN.

4.3.1. CIVIL.

El límite de los trabajos civiles comprende los trabajos que se encuentran resaltados en rojo el plano de arreglo general GI18301002-100-07-PL-001 el cual se sub divide en las siguientes áreas.

- Área 110 – Facilidades de Planta GI1831002-110-07-PL-001.
- Área 135 – Lixiviación GI1831002-135-07-PL-001.
- Área 130 – Manejo de Reactivos.
- Área 140 – Adsorción GI1831002-140-07-PL-001.
- Área 150 – Desorción GI1831002-150-07-PL-001, incluye modificaciones para el reactor de 10 toneladas.
- Área 160 – Regeneración Térmica GI1831002-160-07-PL-001.
- Área 165 – Manejo de Carbón Fino.
- Área 250 – Distribución de Energía Eléctrica.

Figura N°4.18.

Arreglo general obras civiles

4.3.2. ARQUITECTURA

En esta disciplina se está considerando las siguientes áreas:

110 – Facilidades de Planta.

Comprende el techo de la nave en el cual se encuentra los tanques de almacenamiento de petróleo.

Figura N° 4.19.

Nave tanque de almacenamiento de petróleo.

155 – Desorción y Electrodeposición.

Comprende el techo de la nave que alberga el caldero de aceite térmico y los intercambiadores de calor.

Figura N° 4.20.

Nave caldero de aceite térmico.

160 – Regeneración Térmica.

Comprende el cerramiento lateral y de techo de la torre del horno de regeneración térmica.

Figura N° 4.21.
Torre horno de regeneración térmica.

4.3.3. MECÁNICA.

EL límite de batería para los trabajos mecánicos comprende lo siguiente:

- **Estructuras:**

Comprende el suministro e instalación de todas las estructuras que se encuentren sobre la plataforma de la Planta de Procesos Ciénaga Norte:

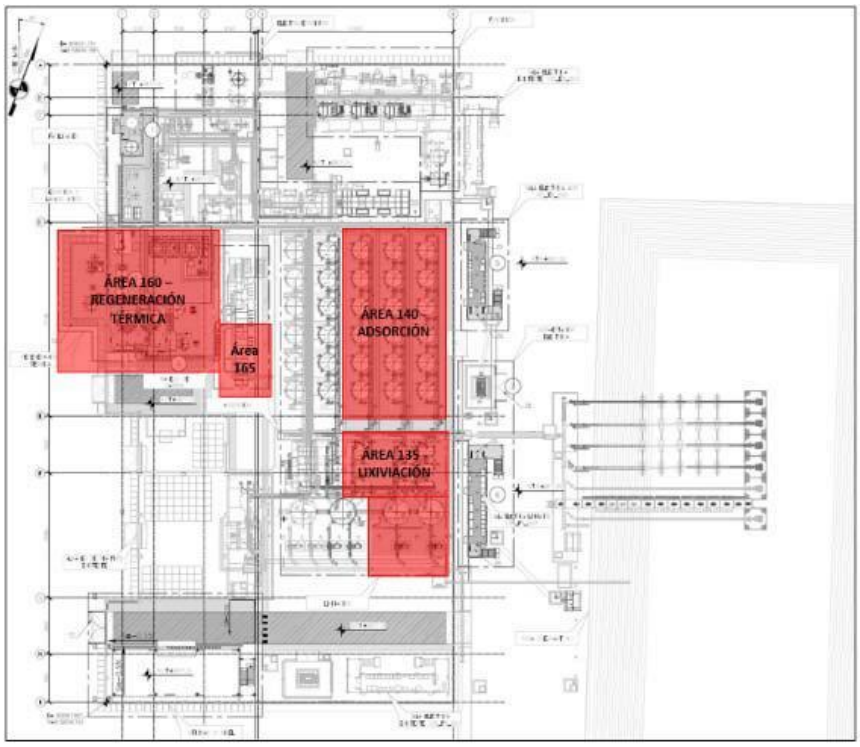


Figura N° 4.22.

Arreglo general estructuras

Área 100 – Generales (Acceso regeneración térmica, soportes de tuberías y bandejas porta cables).

Área 110 – Facilidades de Planta (Estructura de acceso tanques de petróleo).

Figura N° 4.23.

Escalera de acceso a tanque de almacenamiento de petróleo.

Área 140 – Adsorción (Acceso a columnas de adsorción, plataforma de acceso a DSM)**.** Soportería de tuberías de Adsorción.

Estructuras de los DSM.

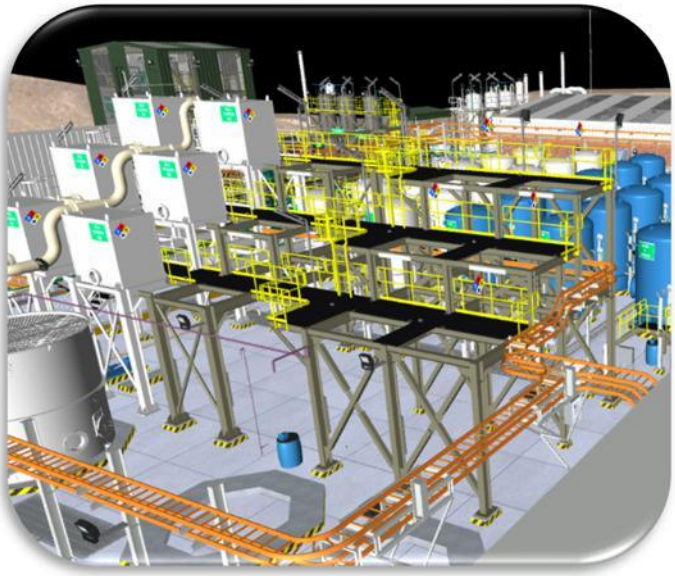


Figura N° 4.24.
Estructura plataforma DSM.

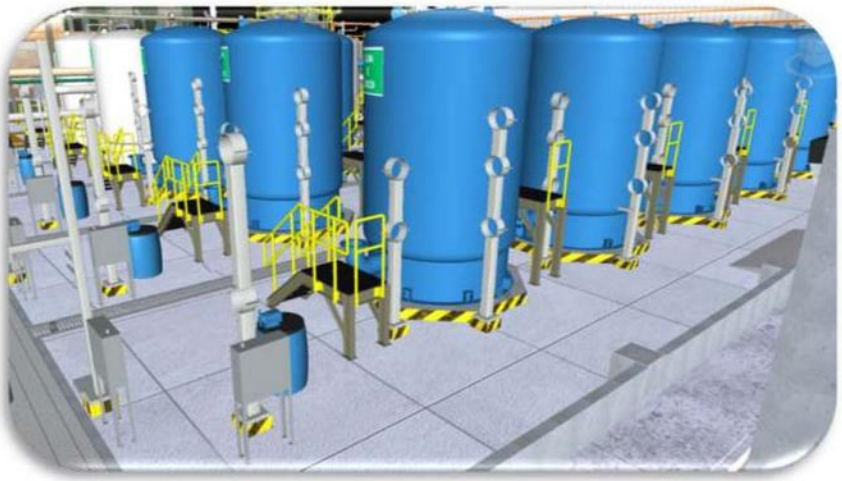


Figura N° 4.25.
Estructura de acceso a columnas.

Área 150 – Desorción y electrodeposición.

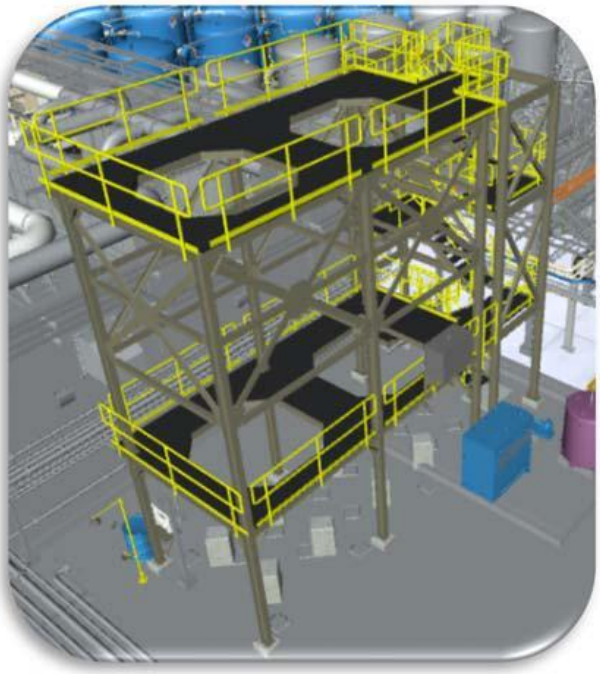


Figura N° 4.26.

Estructura de los reactores de desorción.

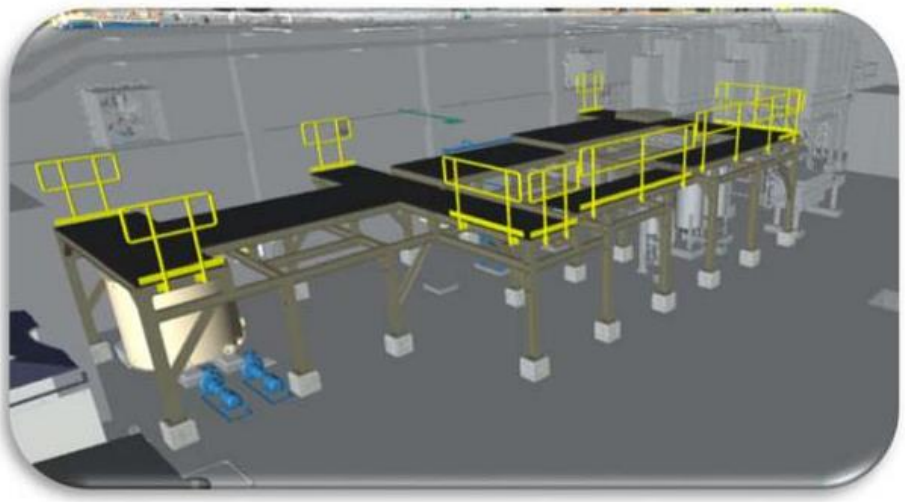


Figura N° 4.27.

Estructura de las celdas electrolíticas.

Área 160 – Regeneración Térmica (estructura sistema de regeneración térmica)

Comprende el suministro e instalación de las estructuras del horno de regeneración térmica.

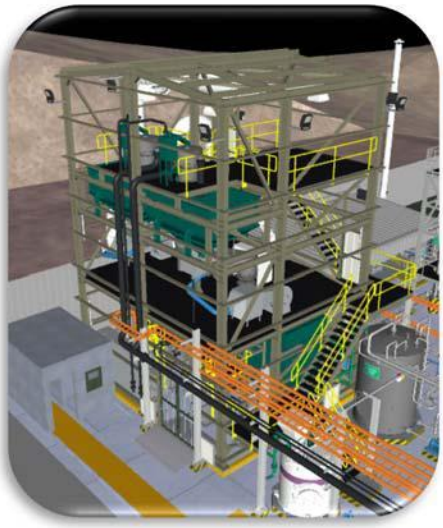


Figura N° 4.28.

Estructura Horno de Regeneración Térmica.

Área 165 – Manejo de carbón (Plataforma de manejo de Carbón).

Comprende el suministro e instalación de las estructuras para las 02 tolvas de carbón que se instalaran (165-TK-005, 165-TK-006).

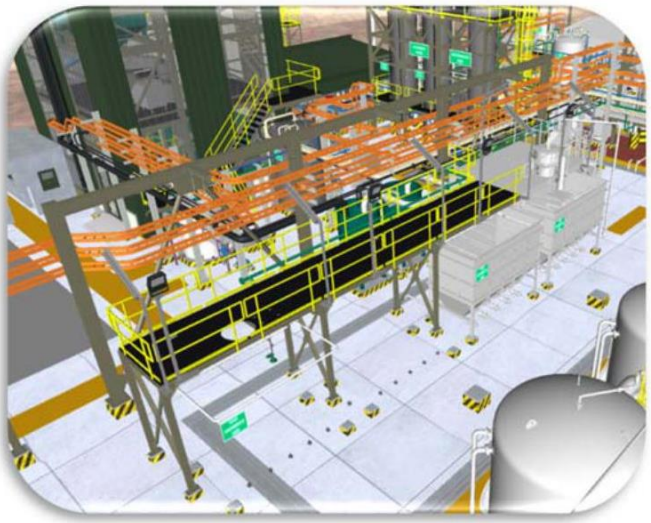


Figura N° 4.29.

Estructura Manejo de Carbón.

4.3.4. EQUIPOS:

Comprende el suministro e instalación de los equipos que se encuentren sobre la plataforma de la Planta de Procesos Ciénaga Norte el cual se divide en las siguientes sub áreas:

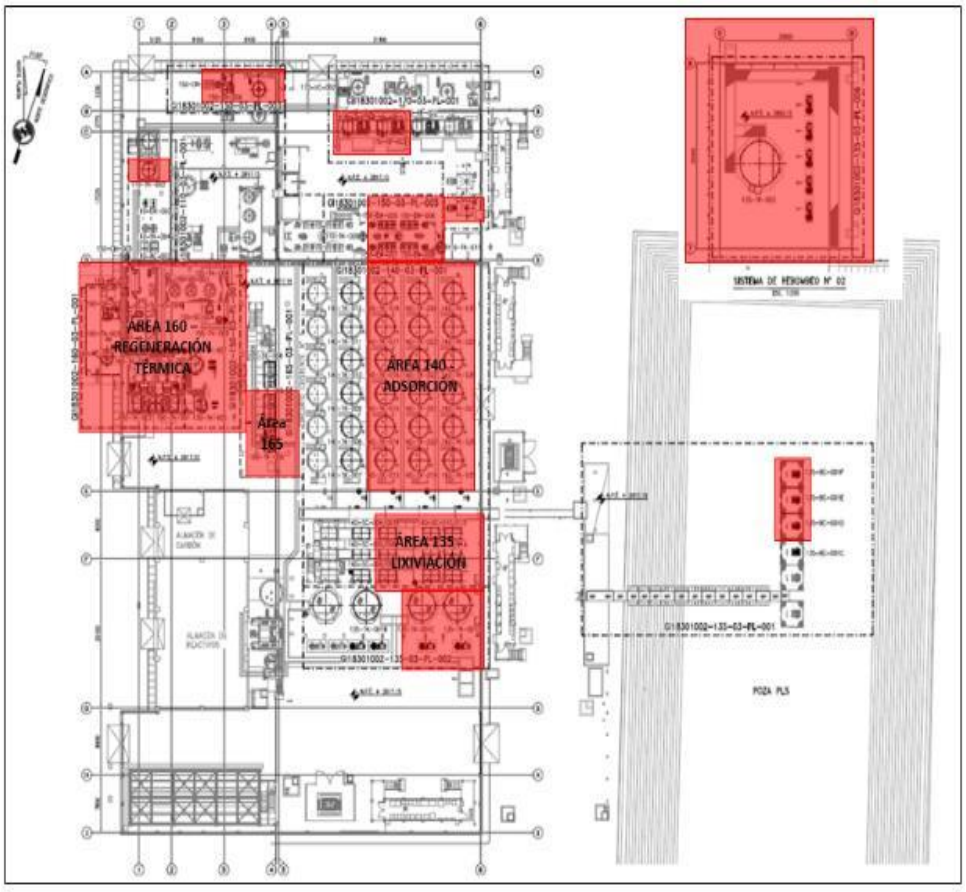


Figura N° 4.30.
Plano de arreglo general – instalación de equipos.

Área 110 - Facilidades de Planta GI18301002-110-03-PL-001.

En el área de facilidades de planta se instalará un tanque de almacenamiento de petróleo de 4.7 m^3, además se instalarán un compresor de aire comprimido de TAG 110-AC-002 con su respectivo tanque de almacenamiento de aire comprimido 110-TK-004

Figura N° 4.31.

Tanque de almacenamiento de combustible.

Figura N° 4.32.

Compresor de aire comprimido.

Área 130 - Manejo de Reactivos.

En el área de manejo de reactivos se instalarán dos tanques, Tanque de preparación de NaOH 130-TK-005 y el tanque de almacenamiento de ácido clorhídrico 130-TK-006. Esto incluye las bombas de transferencia y dosificación hacia los sistemas requeridos.

Figura N° 4.33.

Tanque de preparación de NaOH.

Además, en el tanque de dosificación de cianuro de sodio (NaCN) se instalará una bomba dosificadora de solución con TAG 130-PU-002C.

Área 135- Lixiviación GI18301002-135-03-PL-002.

En el área de lixiviación se suministrarán e instalarán 02 tanques de solución barren adicionales 135-TK-001C@001D con sus respectivas bombas de impulsión 135-PU- 003E@003F.

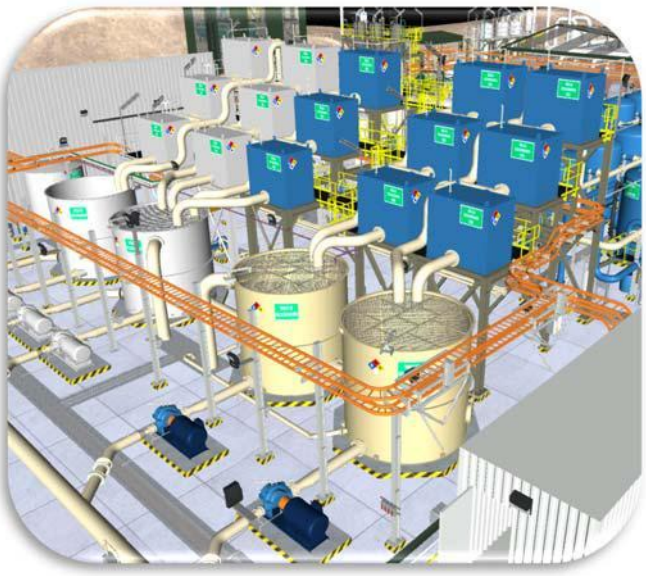


Figura N° 4.34.

Tanque de solución barren.

Sistemas de Re-bombeo.

En el área de lixiviación se instalarán 08 barcazas con sus respectivas bombas sumergibles, en la poza PLS N°02 se instalarán 06 barcazas de TAG 135-BC-002A@002F además de las bombas sumergibles de TAG 135-PU-004A@004F. Además, se instalará un tanque de re- bombeo de TAG 135-TK-002 y 04 bombas de turbina vertical de TAG 135-PU-006A@006D los cuales impulsaran la solución pregnant hacia la poza PLS N°01.

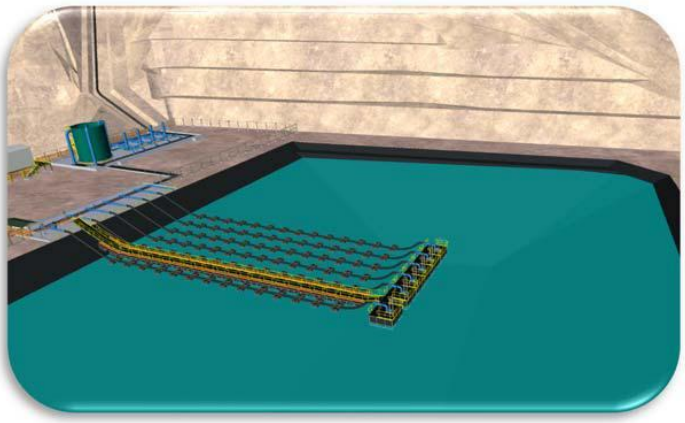


Figura N° 4.35.

Poza PLS Nª02.

En la poza PLS N°01 se instalarán tres barcazas de TAG 135-BC-001D@001F con sus respectivas bombas sumergibles 135-PU-001D@-001F.

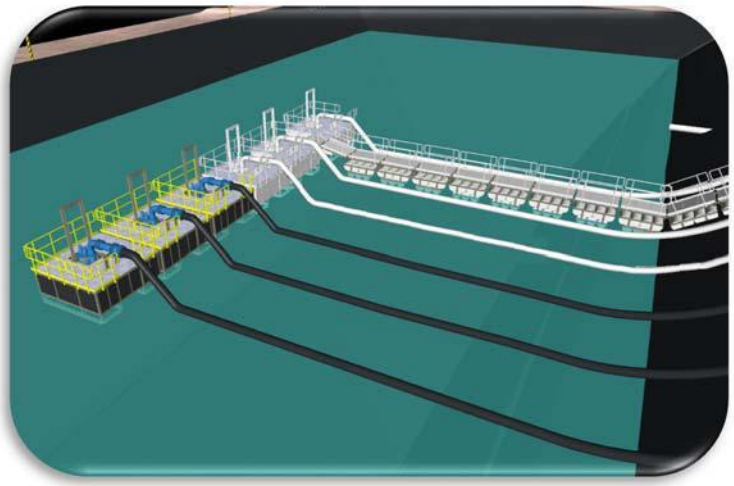


Figura N° 4.36.

Poza PLS Nª01.

Área 140 - Adsorción GI18301002-140-03-PL-001**.**

Comprende el suministro e instalación de 18 columnas de adsorción TAG 140-TK-007@030 de capacidad igual a 05 ton, las cuales se muestran en la imagen # 37 de color azul. Además, se instalarán 09 DSM de TAG 140-SC-007 @ 015.

Figura N° 4.37.
Columnas de adsorción.

Figura N° 4.38.
Estructura plataforma DSM.

Área 150 – Desorción y Electrodeposición. GI18301002-150-03-PL-001.

Comprende el suministro y montaje de los reactores de desorción con TAG 150-VS-003, de capacidad igual a 10 ton. El reactor de lavado ácido está ubicado en la estructura de soporte del reactor de desorción.

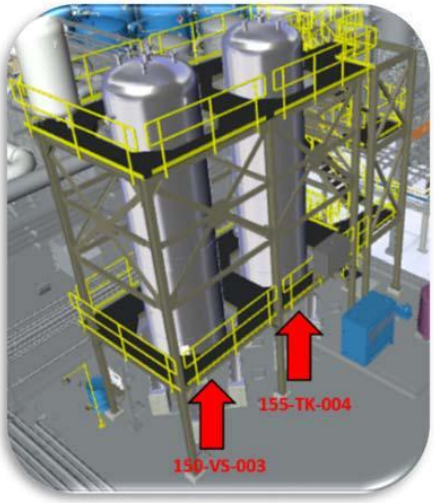


Figura N° 4.39.
Estructura columnas de desorción.

En el área de electro deposición se instalarán 08 celdas electrolíticas de TAG 150-EW- 005@012, además se instalarán tres tanques, tanque de distribución 150-TK-009, Tanque de lodos 150-TK-010 y el Tanque de paso de solución Barren 150-TK-011.

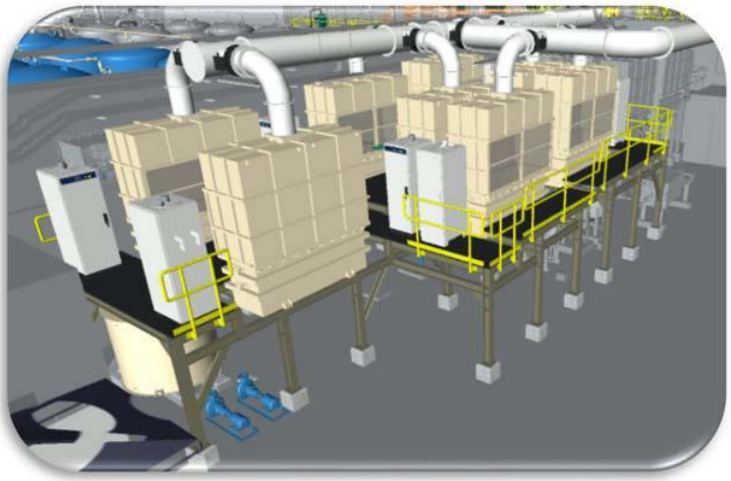


Figura N° 4.40.
Celdas electrolíticas.

Área 155 – Lavado Ácido.

Comprende el suministro y montaje del reactor de lavado ácido de capacidad igual a 10 ton. El reactor de lavado ácido está ubicado en la estructura de soporte de los reactores de desorción.

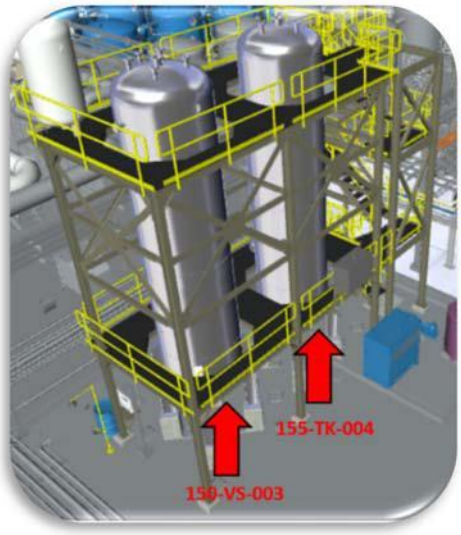


Figura N° 4.41.
Columna de lavado ácido.

Área 160 – Regeneración Térmica GI18301002-160-03-PL-001.

Comprende el suministro e instalación de todos los equipos que se encuentren dentro de la torre de regeneración térmica.

Figura N° 4.42.
Torre de regeneración térmica

Área 165 - Manejo de Carbón GI18301002-165-03-PL-001.

En el área de manejo de carbón se instalarán dos tolvas adicionales de una capacidad de 5 ton de TAG 165-TK-002, 165-TK-003. Además, se instalará una zaranda vibratoria circulas de TAG 165-ZV-002. En la imagen se muestra las tolvas a instalar de color verde y las tovas que se muestran en color gris son las tolvas instaladas en obra.

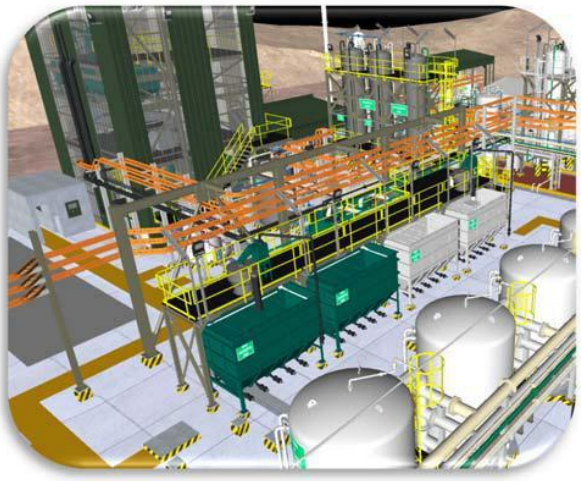


Figura N° 4.43.

Tolvas de almacenamiento de Carbón.

Para el manejo de carbón fino se instalará un tanque de carbón fino 165-TK-002, una bomba de transferencia de carbón fino 165-PU-001 y un filtro prensa de placa 165-FL-001.

Área 170 – Fundición GI18301002-170-03-PL-001.

En el área de fundición se instalará dos hornos de retorta y un horno basculante tal como se muestra en la siguiente imagen.

El horno basculante instalado se encuentra al lado derecho, el horno a instalar se encuentra en el lado izquierdo a lado de la bóveda.

Figura N° 4.44.
Horno basculante.

En la figura se muestra los dos hornos retortas a instalar los cuales se muestran en color amarillo.

Figura N° 4.45.
Hornos de retorta.

4.3.5. TUBERÍAS:

Comprende el suministro e instalación de las tuberías, válvulas y accesorios requeridos para el correcto funcionamiento de la Planta de Procesos el cual se divide en las siguientes sub áreas:

Área 110 - Facilidades de Planta,

El límite de batería para el sistema de distribución de aire comprimido empieza en el compresor 110-AC-002 el cual será utilizado para alimentar a los instrumentos y bombas según se muestra a continuación:

- Instrumentos del área de desorción y electrodeposición
- Bomba de llenado de aceite térmico 150-PU-010

Área 120 – Distribución de Agua

El límite de batería para el sistema de distribución de agua, se realizará 05 TIE-IN, 04 TIE-IN en la línea 120-AGI-4”-AA1A-001 y un TIE-IN en la línea 120-AGP-2”-AVP-001. Aguas abajo la línea de agua potable 120-AGP-1 ¼”-AVP-006, 120-AGP-1 ¼”-AVP-007 se conecta a las duchas lavaojos 120-SY-005, 120-SY-006. La línea 120-AGI-4”-AA1A-007 se conectara al tanque de circulación de lavado ácido (155-TK-003) y al reactor de lavado ácido 155-TK-004, la línea 120-AGI-1”-AA1A-005 terminan en un conector rápido para toma de agua en el área de desorción, la línea 120-AGI-3”-AA1A-025 terminan en un conector rápido para toma de agua en el área de desorción, la línea 120-AGI-4”-AA1A-005 llega al tanque de solución strip 150-TK-007, la línea 120-AGI-3”-AA1A-026 se conecta a la torre de lavado de gases 160-WT-001 del área de regeneración térmica, la línea 120-AGI-3”-AA1A-025 termina en la tolva de enfriamiento de carbón 160-TK-002 del área de regeneración térmica, la línea 120-AGI-2”-AA1A-010 termina en el intercambiador de calor 150-HX-006, la línea 120-AGI-3”-AA1A-018 termina en la tolva de enfriamiento de carbón 160-TK-004 del área de regeneración térmica.

Área 130 - Manejo de Reactivos

El límite de baterías de las tuberías del área de manejo de reactivos se divide en los siguientes sub sistemas:

- Línea de dosificación NaCN: Líneas arriba se realizarán 05 TIE-IN tanto en el tanque de dosificación de NaCN y en las líneas 130-CS-2”-AA1A-002, 130-CS-1”-AA1A-002. Aguas abajo se conectarán al tanque de solución barren 135-TK-001C y al tanque Strip 150-TK-007.

- Línea de NaOH (130-TK-005): Líneas arriba comienza en la brida de descarga del tanque de preparación de NaOH. Aguas abajo se conectarán al tanque de solución Strip 150-TK-007 y al tanque de circulación de lavado ácido 155-TK-003.

- Línea de dosificación de ácido clorhídrico (130-TK-006): La línea de ácido clorhídrico aguas arriba comienza en la brida de descarga del tanque de almacenamiento de ácido clorhídrico y esta a su vez termina en las bombas dosificadoras que alimentan al tanque de circulación de lavado ácido.

135 – Lixiviación.

Sistema de Re-bombeo Nº 01

Aguas abajo las líneas del sistema de re-bombeo comienzan en la descarga de las bombas sumergibles (135-PU-004A@004F) de la poza PLS Nº 02. Aguas arriba terminan en la brida slip on que se encuentra después de la válvula de mariposa 135-BTL-107. La instalación de las tuberías desde la brida hacia la poza PLS N°01 será alcance de SHAHUINDO.

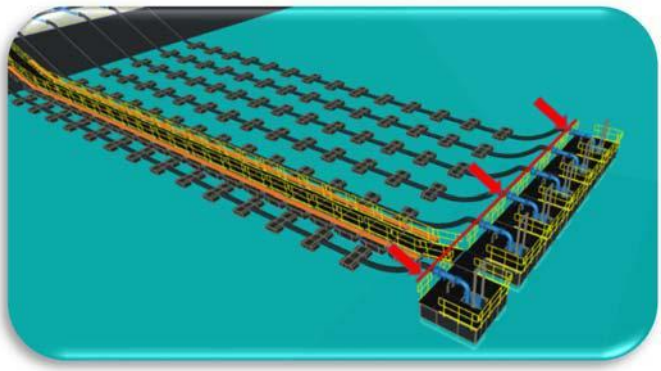


Figura N° 4.46.
Límite de batería aguas abajo.

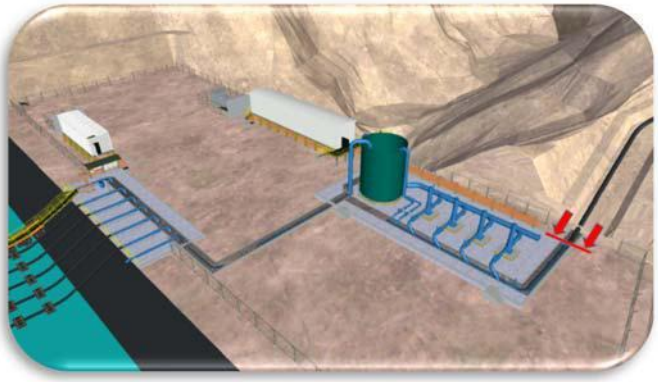


Figura N° 4.47.
Límite de batería aguas arriba.

Comprende el suministro e instalación de tuberías desde las bombas de solución pregnant (135-PU-001D@001F) hasta el manifold que se encuentra instalado en obra.

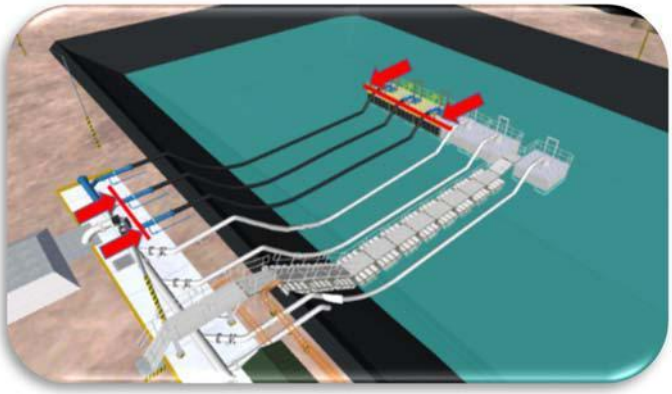


Figura N° 4.48.
Límite de baterías tuberías de lixiviación.

140 – Adsorción.

Comprende el suministro e instalación de tuberías desde la brida que conecta el área 135 (135-SR-12”-AA1A-040, 135-SR-12”-AA1A-041, 135-SR-12”-AA1A-042) a las líneas del área 140 (Circuito de adsorción Nº 03, Nº 04, Nº 05) hasta las tuberías de descarga en el tanque de solución barren (135-TK-1B, 135-TK-001C, 135-TK-001D).

Figura N° 4.49.

Límite de baterías tuberías de adsorción aguas abajo.

Figura N° 4.50.

Límite de baterías tuberías de adsorción agua arriba.

Área 150 – Desorción y Electrodeposición.

Comprende el suministro e instalación de las tuberías para el correcto funcionamiento de los reactores de desorción.

Área 155 – Lavado Ácido.

Comprende el suministro e instalación de las tuberías para el correcto funcionamiento del reactor de lavado ácido.

160 – Regeneración Térmica.

Comprende el suministro e instalación de las tuberías desde el acople de conexión rápida de la línea 160-CP-3”-AA1A-001 para el circuito de regeneración térmica N°01, y la línea 160-CP-3”-AA1A-008 hasta el acople de conexión rápida de la línea 160-SP-3”-AA1A-016, el cual se encuentra a la salida de las tolvas de enfriamiento de carbón (160-TK-002, 160-TK-004).

Figura N° 4.51.
Límite de baterías tuberías de regeneración térmica.

165 – Manejo de Carbón.

Comprende el suministro e instalación de las tuberías para el correcto funcionamiento de las tolvas de almacenamiento de carbón 165-TK-005, 165-TK-006. Además, comprende el sistema de tuberías desde el tanque de almacenamiento de carbón fino hasta el filtro prensa de placas.

4.3.6. ELÉCTRICA.

El límite de batería de la disciplina eléctrica para la ampliación de la planta de proceso de ADR a 36,000 TMPD comprende el Suministro e instalación del Cable alimentador de 18/30 kV, 90ºC, Clase 2, Aislamiento XLPE, N2XSY, 1Cx#70mm2, para interconectar Desde la salida de bornes de la celda de media tensión 100-SGM-001G en 22.9 kV, (suministrada por el Shahuindo) y el lado primario del transformador 135-XFP-002.

- Desde el Switchboard 135-SBL-002 alimentará los siguientes tableros y CCM´s como son:

- **Área 130 – Manejo de reactivos.**

Centro de control de motores 130-MCL-002, 480V, 600 A, 3F, 60HZ, de Manejo de Reactivos y Adsorción.

- **Área 135 – Lixiviación.**

Centro de control de motores 135-MCL-003, 480V, 1200 A, 3F, 60HZ, de Lixiviación (Barren). Centro de control de motores 135-MCL-002, 480V, 800 A, 3F, 60HZ, de Lixiviación (Pregnant).

- **Áreas 100, 135 – Generales, Lixiviación y Adsorción.**

Tablero de Distribución General 135-DPA-003, 230V, 300 A, 3F, 60HZ, de servicios auxiliares y fuerza de Sala eléctrica N°02, Lixiviación y Adsorción.

- Desde el Switchboard 135-SBL-002 se energizará al Switchboard 100-SBL-002 y luego los siguientes tableros:

- **150 – Desorción y Electrodeposición.**

Centro de control de motores 150-MCL-002, 480V, 600 A, 3F, 60HZ, de Desorción y electrodeposición.

- **160 – Regeneración Térmica.**

Centro de control de motores 160-MCL-002, 480V, 800 A, 3F, 60HZ, de Regeneración Térmica y Lavado.

- **170 – Fundición.**

Centro de control de motores 170-MCL-002, 480V, 600 A, 3F, 60HZ, de Fundición y Facilidades.

- **POZA PREGNANT PLS N°2**

El límite de batería de la disciplina eléctrica para el sistema de la poza pregnant PLS N° 2, comprende desde el transformador 135-XFP-003 que alimentará en 480V al centro control de motores 135-MCL-004, cabe mencionar que la acometida eléctrica en media tensión 22.9 kV al transformador será por parte del Shahuindo.

- **SISTEMA DE REBOMBEO N° 1**

El límite de batería de la disciplina eléctrica para el sistema de rebombeo N° 1, comprende desde el transformador 135-XFP-004 que alimentará en 4.16 kV al centro control de motores de media tensión 135-MCM-001, cabe mencionar que la acometida eléctrica en media tensión 22.9 kV a la celda de llegada 135-SGM-001 de la subestación unitaria (celda de llegada y transformador 135-XFP-004) será por parte de Shahuindo.

Así mismo para todas las áreas involucradas del proyecto será parte del alcance los sistemas de iluminación, sistema de protección de puesta a tierra y sistema contra descargas atmosféricas.

4.3.7. INSTRUMENTACIÓN

El límite de batería para la disciplina de instrumentación comprende el sistema de control e instrumentación de la planta ADR se limita a las siguientes áreas:
Área 110 – Facilidades de planta.
Área 130 – Manejo de reactivos.
Área 135 - Lixiviación:

- Bombeo de solución pregnant hacia planta ADR:

Almacenamiento y bombeo de solución Pregnant desde la poza pregnant N°1 hacia la Planta ADR mediante 4 bombas sumergibles adicionales 135-PU-001C@1F, y 3 tanques nuevos de almacenamiento de solución

lixiviante 135-TK-001B, 135-TK-001C y tanque 135-TK-001D, adicionales al tanque existente 135-TK-001A.

- Re-bombeo N°1 desde poza Pregnant (PLS N°2) hacia poza pregnant N°1.

Almacenamiento de solución pregnant en tanque 135-TK-002 de éste punto se impulsará la solución pregnant hacia la poza PLS 1 a través de las bombas 135-PU-006A@D.

- Bombeo de solución pregnant desde la poza pregnant N°2 (PLS N°2) hacia estación de rebombeo N°1.

Almacenamiento en la poza PLS2 y la impulsión hacia un sistema de re-bombeo N° 1 a través de las bombas 135-PU-004A@F, y la instrumentación asociada.

- Área 140 - Adsorción: circuito de columnas de adsorción de carbón; circuitos del N° 2 al circuito N° 5, con 6 columnas de 4 Toneladas de carbón cada una.
- Área 150 - Desorción y Electrodeposición: reactores de desorción, manejo de solución strip (almacenamiento, bombeo, caldero e intercambiadores), celdas electrolíticas, filtro prensa existente y lavado de gases asociado al nuevo circuito de celdas electrolíticas.
- Área 155 - Lavado ácido: tanque de circulación y reactor de lavado ácido asociado al nuevo reactor 155-TK-004.
- Área 160 – Regeneración Térmica.
- Área 165 - Manejo de carbón: almacenamiento y distribución de carbón.
- Área 170 - Fundición: horno retorta para la colección de mercurio, horno de fundición y sistema de lavado de gases.

4.4. PRECOMISIONADO Y COMISIONADO

El equipo de pre-comisionamiento estará integrado por un staff de profesionales y técnicos de HLC.

Para el comisionado será liderado por SHAHUINDO, HLC brindará personal técnico, equipos y materiales necesarios para realizar dicha actividad.

El tiempo total para el desarrollo de estas actividades será de Veintiuno (21) días calendario, periodo en el cual intervendrán nuestros ingenieros de las especialidades de mecánica y electricidad.

4.5. ENTREGA DE OBRA

Una vez concluido los trabajos, además del posible levantamiento de observaciones (punch list), y la entrega de la respectiva carpeta TOP; se realizará un documento de entrega de EL PROYECTO, en el que SHAHUINDO referencie su conformidad con el trabajo realizado. Cualquier observación que hubiere adicional, será resuelta por HLC.

4.6. CRONOGRAMA

Para el caso se presenta en la Sección Anexos

- **Anexo 3 – 1** Ampliación de planta ADR a 36 000 TMPD, hitos contractuales, Generales, facilidades de planta, Distribución de agua, manejo de reactivos
- **Anexo 3 – 2** Ampliación de planta ADR a 36 000 TMPD, Lixiviación, Adsorción, Desorción y Electrodeposición
- **Anexo 3 – 3.** Ampliación de planta ADR a 36 000 TMPD, Lavado acido, regeneración térmica, Manejo de carbono
- **Anexo 3 – 4.** Ampliación de planta ADR a 36 000 TMPD, Fundición, Distribución de energía eléctrica, Red Profibus DP, Sistema de rebombeo (General, Lixiviación, distribución de energía eléctrica)

Con la presente propuesta técnica y económica se adjunta un cronograma preliminar (180 días calendario) por la ejecución de las actividades.

De ser favorecida la presente propuesta, HLC presentará un cronograma detallado manteniendo siempre el plazo total establecido del proyecto en el cronograma de propuesta técnica.

4.7. SUPUESTOS PRINCIPALES

Los siguientes supuestos han sido usados para el desarrollo de esta oferta:

- Durante el desarrollo del proyecto no se presentarán eventos de causas naturales efectuados por la naturaleza tales como interrupción de vías de acceso o de manifestaciones sociales tales como paralizaciones o huelgas por causas NO imputables a HLC, que impidan el normal desarrollo de las labores del proyecto.
- Todos los equipos suministrados por Shahuindo estarán en obra previo inicio de las partidas respectivas; acordes al plan de trabajo y cronograma de HLC y aprobadas por SHAHUINDO.
- El clima y temporadas de lluvia serán de acuerdo a lo indicado en el histórico suministrado, cualquier anomalía en agresividad de estas condiciones, no se encuentra contemplado.
- Horas de trabajo consideran 10 horas por día y con las siguientes rotaciones:
  14 días en sitio x 7 días de descanso para el personal proveniente de Lima o de ciudades alejadas al proyecto.
  06 días de trabajo x 1 día de descanso para el personal de la zona.
- HLC ha considera instalarse en la provincia de Cajabamba.
- Se ha considerado que el 100% de mano de obra no calificada será del área de influencia directa.

CONCLUCIONES Y SUGERENCIAS

1. Se presentó la propuesta técnica por HLC INGENIERIA Y CONSTRUCCION, para la Construcción y Diseño del Proyecto Shahuindo en la propuesta por “AMPLIACIÓN DE PLANTA ADR A 36,000 TMPD”

2. Por nuestros antecedentes HLC INGENIERIA Y CONSTRUCCION mostro tener los conocimientos y experiencia necesaria para la realización de este tipo de trabajo sobre los requerimientos de El Proyecto Shahuindo en la propuesta por “AMPLIACIÓN DE PLANTA ADR A 36,000 TMPD”

3. HLC INGENIERIA Y CONSTRUCCION Cumplió los compromisos de alcance, tiempo, costo y calidad, de todos los trabajos los cuales se realizaron de acuerdo a los estándares, políticas, manuales y procedimientos técnicos, medio ambientales y de seguridad de acuerdo a los requerimientos establecidos por Shahuindo.

4. Nosotros como HLC INGENIERIA Y CONSTRUCCION podemos competir ampliamente con COSAPI, J.J. Calmet, San Martin, en propuesta técnico, económicas, de diseño, ingeniería, montaje y construcción de tecnología minero metalúrgica

BIBLIOGRAFIA

1. PLANTA DE DESORCION A PRESION PARA 6.0 TM DE CARBÓN, POR HEAP LEACHING CONSULTING

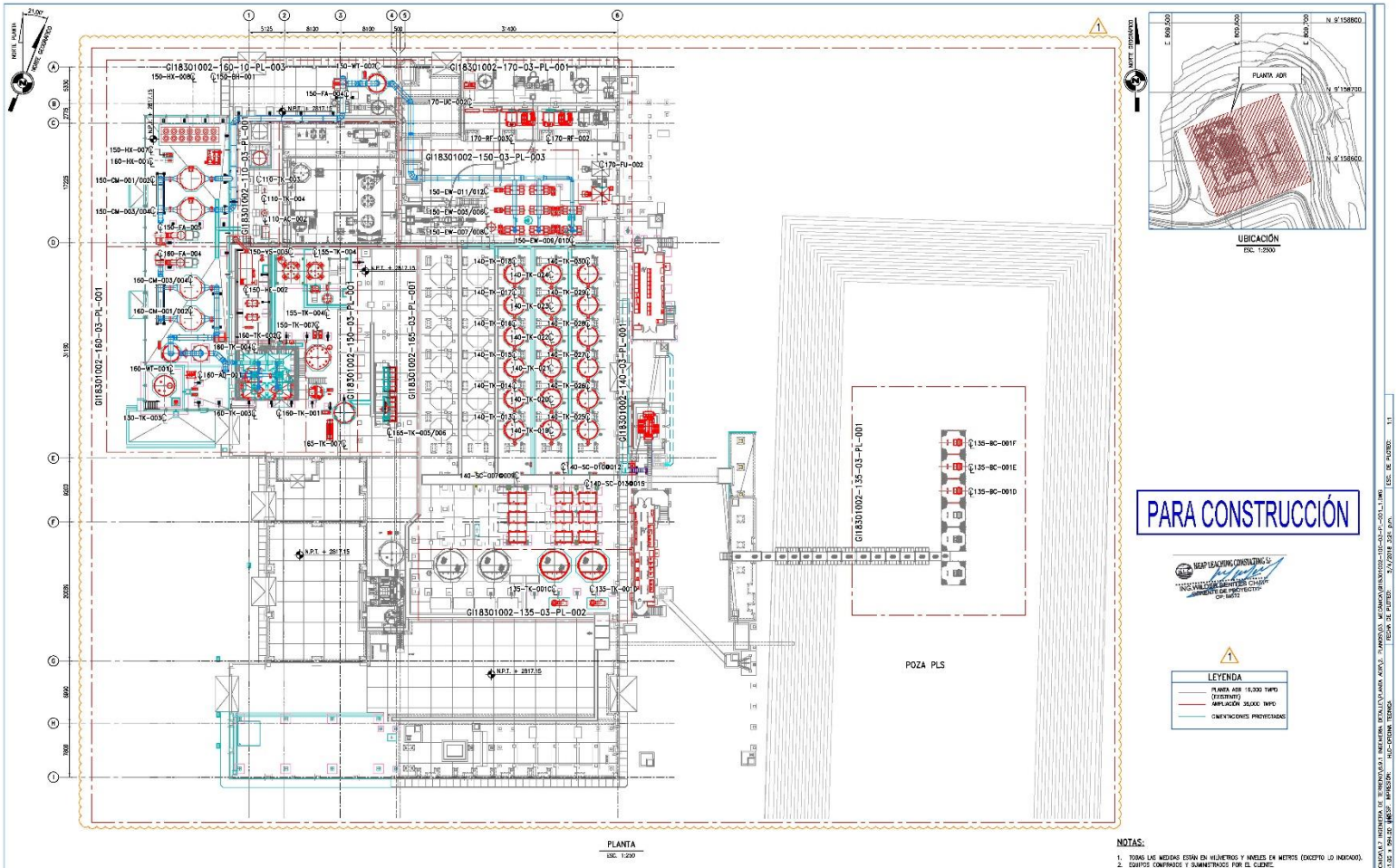
2. CARACTERIZACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO DE LA UNIDAD MINERA A CIELO ABIERTO COMARSA-PERÚ APLICANDO TECNOLOGÍAS GEOMÁTICAS.

3. HYDROGEOLOGICAL CHARACTERIZATION OF THE FUNCTIONING OF THE UNIT OPEN PIT MINING COMARSA-PERU APPLYING TECHNOLOGY GEOMATICS. POR: CRISTIAN CABELLO A.*; ELIANA LANDAURO S*, CIRO BEDIA. INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO. BOLETIN 10 SERIE B GEOLOGÍA ECONÓMICA

4. DISEÑO DE SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN EN EL PAD DE LIXIVIACIÓN Nº 20 DE LA CIA AURÍFERA MINERA SANTA ROSA. PRESENTADO POR: FREDY EDUARDO AMOROS GONZÁLEZ

ANEXOS

- **Anexo 1.** Ampliación de planta ADR a 36 000 TMPD, Arreglo general de planta
- **Anexo 2.** Ampliación de planta ADR a 36 000 TMPD, Arreglo general planta ADR y Sistemas de Bombeo y rebombeo
- **Anexo 3 – 1.** Ampliación de planta ADR a 36 000 TMPD, hitos contractuales, Generales, facilidades de planta, Distribución de agua, manejo de reactivos
- **Anexo 3 – 2.** Ampliación de planta ADR a 36 000 TMPD, Lixiviación, Adsorción, Desorción y Electrodeposición
- **Anexo 3 – 3.** Ampliación de planta ADR a 36 000 TMPD, Lavado acido, regeneración térmica, Manejo de carbono
- **Anexo 3** – 4. Ampliación de planta ADR a 36 000 TMPD, Fundición, Distribución de energía eléctrica, Red Profibus DP, Sistema de rebombeo (General, Lixiviación, distribución de energía eléctrica)



CONFIDENCIAL

ESTE PLANO Y LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN EL, HA SIDO DESARROLLADO POR HEAP LEACHING CONSULTING SAC, PARA USO EXCLUSIVO DEL CLIENTE.

SE PROHIBE LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE PLANO Y LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN EL.

PLANO REF.	REFERENCIAS
G118301002-170-03-PL-001	FUNDICIÓN – PLANTA Y SECCIONES
G118301002-150-03-PL-001	REGENERACIÓN TÉRMICA – PLANTA
G118301002-150-03-PL-001	DESORCIÓN Y LAVADO ÁCIDO – PLANTA
G118301002-140-03-PL-001	ADSORCIÓN – PLANTA
G118301002-135-03-PL-001	LIXIVIACIÓN – POZA PREGNAT – PLANTA Y SECCIÓN
G118301002-110-03-PL-001	FACILIDADES – PLANTA Y SECCIÓN

N° REV.	FECHA	EMITIDO PARA	POR	REV.	APR.	CLIENT.	OBSERVACIONES	FIRMAS
1	ABR-18	CONSTRUCCIÓN	R.T.	A.C.	W.B.	J.R.		
0	MAY-16	CONSTRUCCIÓN	J.H.	E.L.	G.A.	J.R.		
B	MAR-16	REVISIÓN Y APROBACIÓN DEL CLIENTE	E.P.	E.L.	G.A.	J.R.		
A	MAR-16	REVISIÓN INTERNA	E.P.	E.L.	R.S.	---		

SHAHUINDO S.A.C.

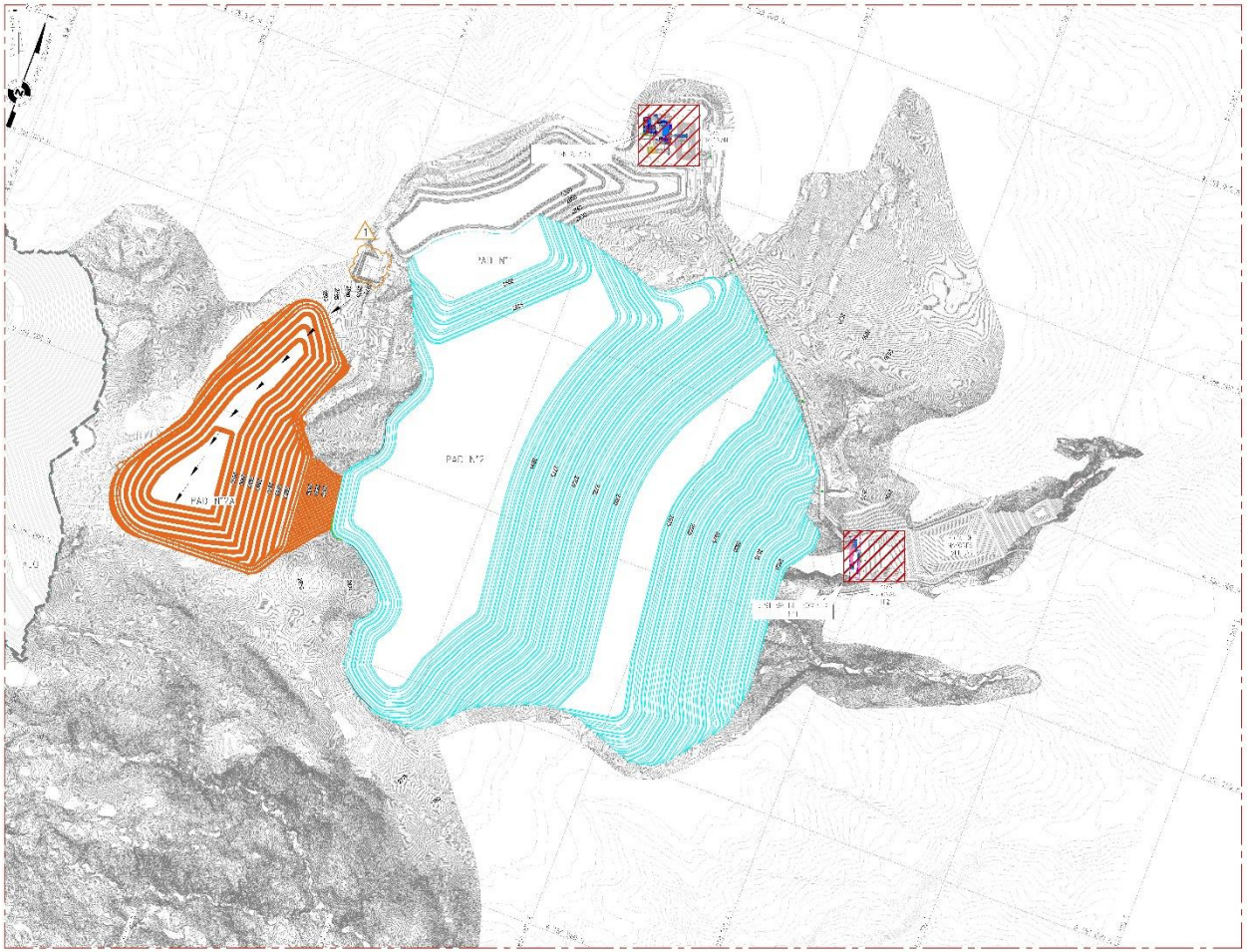
PROYECTO: AMPLIACIÓN DE PLANTA ADR A 36,000 TMPD

PLANO: ARREGLO GENERAL PLANTA

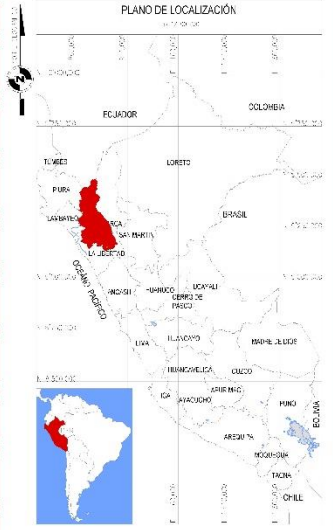
N° CONTRATO/OS:	N° PROPUESTA:	ESC:	PROYECTO N°:	PLANO N°:	REV.
SHO81417-A	208-2017 Rev. 1	INDICADA	G118301002	G118301002-100-03-PL-001	1

TAHOE PERÚ

RUTA: \\HEC-ROCK\...\G118301002-100-03-PL-001_1.DWG | ESC. DE PLOTEO: 1:1 | FECHA DE PLOTEO: 5/4/2018 2:20 p.m. | IMPRESOR: HEC-OFICINA_TECNICO | USUARIO: MCAMACHO | ARCHIVO: G118301002-100-03-PL-001_1.DWG



ARREGLO GENERAL PLANTA



PARA CONSTRUCCIÓN

NOTAS GENERALES

CONFIDENCIAL

		1	ABR 18	CONSTRUCCIÓN	J.M.	R.R.	W.B.	J.S.		
		2	JUN-18	CONSTRUCCIÓN	G.C.H.	R.R.	G.A.	J.S.		
		3	ABR 18	REVISIÓN Y APROBACIÓN DEL CLIENTE	G.C.H.	S.P.	G.A.	J.S.		
		4	ENE 18	REVISIÓN INTERNA	G.C.H.	D.L.	G.A.			

SHAI UNDO S.A.C.

AMPLIACIÓN DE PLANTA AQR A SEGUNDO MIO

ARREGLO GENERAL
PLANTA AQR Y SISTEMAS DE BOMBEO Y RECIRCULO

TAHOE PERÚ

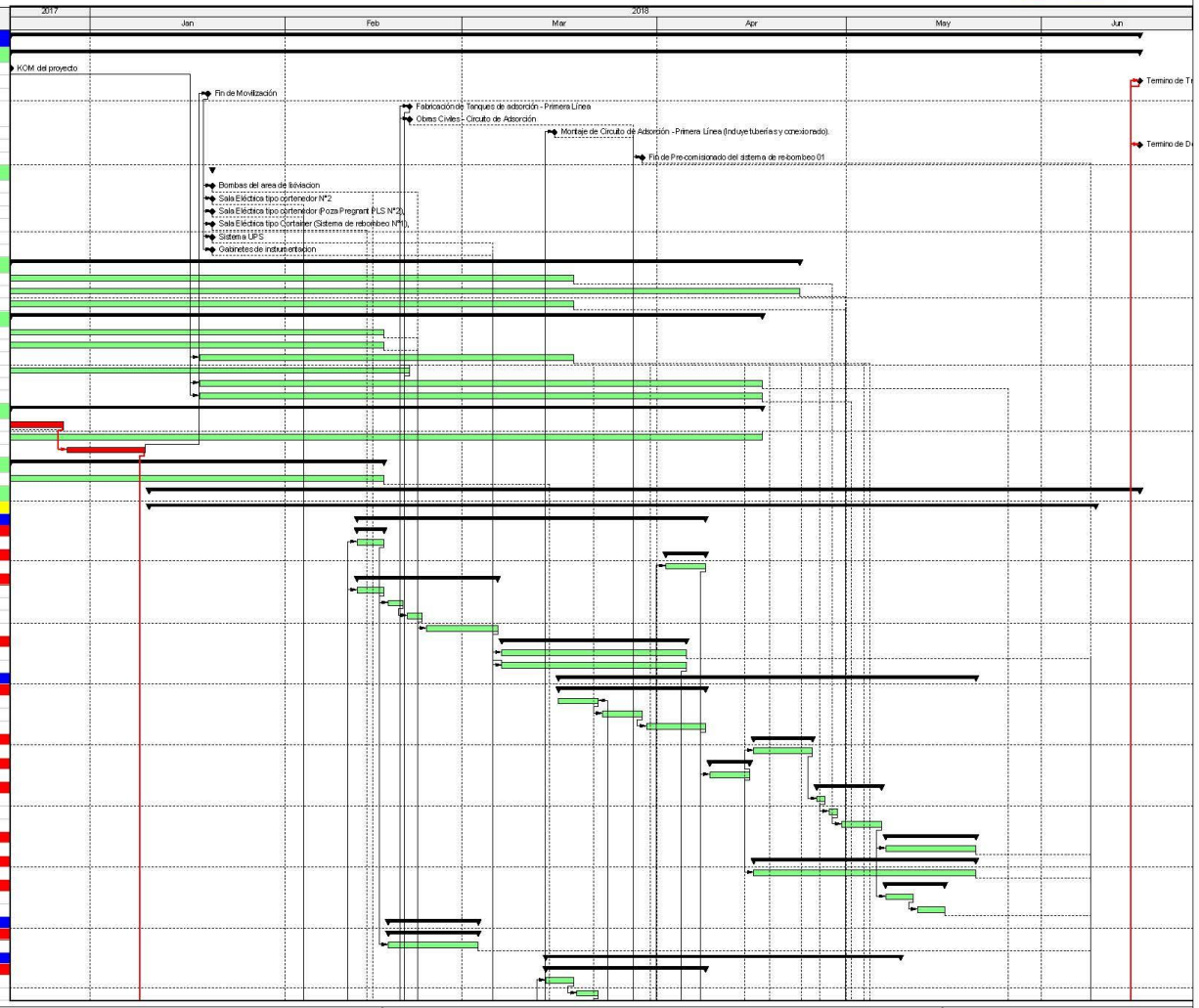
HLC

5 0214 7 A	206 3017 Rev. 1	ABR 2018	CH 8501C02	0 530 002 00 99 PL 001	1

AMPLIACION DE PLANTA ADR A 36,000 TMPD
CRONOGRAMA DE EJECUCION

HLC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

Activity Name	Original Duration	Start	Finish
AMPLIACION DE PLANTA ADR A 36,000 TMPD	180	19/1/2017	16/06/18
HITOS CONTRACTUALES	180	19/1/2017	16/06/18
KOM del proyecto	0	19/1/2017	
Termino de Trabajo	0		16/06/18
Fin de Movilización	0		19/01/18
Fabricación de Tanques de adsorción - Primera Línea	0		20/02/18
Obras Civiles - Circuito de Adsorción	0		20/02/18
Montaje de Circuito de Adsorción - Primera Línea (Incluye tuberías y cone	0		15/03/18
Termino de Desmovilización	0		16/06/18
Fin de Pre-comisionado del sistema de re-bombeo 01	0		29/03/18
HITOS DE SHAHUINDO	0	20/01/18	20/01/18
Bombas del area de Inf-Macion	0	20/01/18	
Sala Eléctrica tipo contenedor N°2	0	20/01/18	
Sala Eléctrica tipo contenedor (Poza Pregnant PLS N°2),	0	20/01/18	
Sala Eléctrica tipo Container (Sistema de rebombeo N°1),	0	20/01/18	
Sistema UPS	0	20/01/18	
Gabinetes de instrumentacion	0	20/01/18	
PROCURA	126	19/1/2017	23/04/18
Compresores	90	19/1/2017	18/03/18
Intercambiador de calor esferica	126	19/1/2017	23/04/18
Intercambiador de calor de placas	90	19/1/2017	18/03/18
FABRICACION	120	19/1/2017	17/04/18
Fabricacion de estructura	60	19/1/2017	16/02/18
Fabricacion de tuberia	60	19/1/2017	16/02/18
Fabricacion de tanques y reactores	60	18/01/18	18/03/18
Fabricacion de columnas y malla estacionaria	64	19/1/2017	20/02/18
Fabricacion de horno de tundicion	90	18/01/18	17/04/18
Fabricacion de horno retorta	90	18/01/18	17/04/18
OBRAS PROVISIONALES	120	19/1/2017	17/04/18
Redutamiento de personel	9	19/1/2017	27/1/2017
Movilizacion de personal y materiales	120	19/1/2017	17/04/18
Instalacion de obras provisionales	13	28/1/2017	09/01/18
INGENIERIA	60	19/1/2017	16/02/18
Modificacion y revision de la Ingenieria	60	19/1/2017	16/02/18
CONSTRUCCION	158	10/01/18	16/06/18
AMPLIACION DE PLANTA ADR	151	10/01/18	09/06/18
100. GENERALES	56	12/02/18	08/04/18
SANITARIA	5	12/02/18	16/02/18
Instalación de ducha y lavaojos de emergencia	5	12/02/18	16/02/18
ESTRUCTURA	7	02/04/18	10/04/18
Acceso Regeneración Térmica y Esc. Chimeneas	7	02/04/18	08/04/18
ELECTRICIDAD	23	12/02/18	06/03/18
Sala electrica	5	12/02/18	16/02/18
Transformadores	3	17/02/18	19/02/18
Celdas de media tension	3	20/02/18	22/02/18
Tableros	12	23/02/18	06/03/18
INSTRUMENTACION	30	07/03/18	05/04/18
Equipos de instrumentacion	30	07/03/18	05/04/18
Instalacion de cables y tuberias	30	07/03/18	05/04/18
110. FACILIDADES DE PLANTA	67	15/02/18	21/05/18
OBRAS CIVILES	24	16/03/18	06/04/18
Bases y pedestales	7	16/03/18	22/03/18
Muros	7	23/03/18	29/03/18
Losas	10	30/03/18	06/04/18
ARQUITECTURA	10	16/04/18	25/04/18
Cobertura para compresora	10	16/04/18	25/04/18
ESTRUCTURA	7	09/04/18	15/04/18
Montaje de estructura	7	09/04/18	15/04/18
MECANICA	11	25/04/18	03/05/18
Tanque diario de combustible	2	26/04/18	27/04/18
Tanque de almacenamiento de aire comprimido	2	28/04/18	29/04/18
Sistema de aire comprimido	7	30/04/18	06/05/18
TUBERIA	15	07/05/18	21/05/18
Montaje de spool	15	07/05/18	21/05/18
ELECTRICA	36	16/04/18	21/05/18
Instalacion de soporte, bandejas y cableado	36	16/04/18	21/05/18
INSTRUMENTACION	10	07/05/18	16/05/18
Equipos de instrumentacion	5	07/05/18	11/05/18
Instalacion de cables y tuberias	5	12/05/18	16/05/18
120. DISTRIBUCION DE AGUA	15	17/02/18	03/03/18
TUBERIA	15	17/02/18	03/03/18
Montaje de spool	15	17/02/18	03/03/18
130. MANEJO DE REACTIVOS	57	14/03/18	09/05/18
OBRAS CIVILES	28	14/03/18	08/04/18
Zapatas y pedestales	5	14/03/18	18/03/18
Bases	4	19/03/18	22/03/18

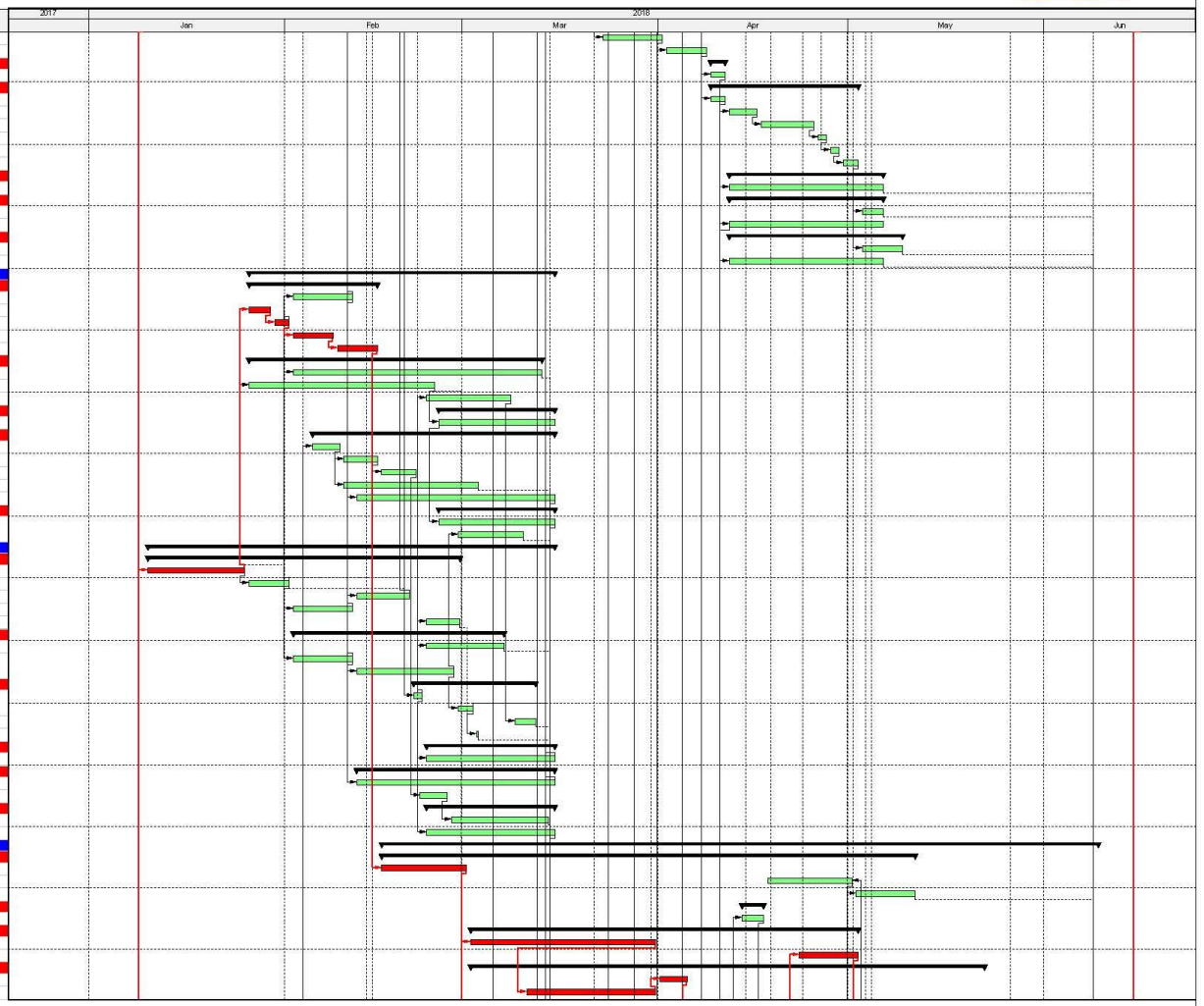


Actual Work | Remaining Work | Critical Remaining Work | Milestone | summary

AMPLIACION DE PLANTA ADR A 36,000 TMPD
CRONOGRAMA DE EJECUCION

HLC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

Activity Name	Original Duration	Start	Finish
Losas, sardinel, escaleras, rampas	10	23/03/18	01/04/18
Canaletas y sumideros	7	02/04/18	09/04/18
ESTRUCTURA	3	09/04/18	11/04/18
Soporteria	3	09/04/18	11/04/18
MECANICA	24	09/04/18	02/05/18
Tanque de preparacion de NaOH	3	09/04/18	11/04/18
Agitador de tanque de NaOH	5	12/04/18	16/04/18
Bombas	9	17/04/18	25/04/18
Ducha y lavaojos	2	26/04/18	27/04/18
Tanque de almacenamiento de acido clorhidrico	2	28/04/18	29/04/18
Bomba de transferencia de acido clorhidrico	3	30/04/18	02/05/18
TUBERIA	25	12/04/18	06/05/18
Montaje de spool	25	12/04/18	06/05/18
ELECTRICIDAD	25	12/04/18	06/05/18
Centro Control de Motores Manejo de Reactivos y Adsorción	4	03/05/18	06/05/18
Instalacion de soporte, bandejas y cableado	25	12/04/18	06/05/18
INSTRUMENTACION	28	12/04/18	09/05/18
Equipos de instrumentacion	7	03/05/18	09/05/18
Instalacion de cables y tuberias	25	12/04/18	06/05/18
135. LIXIVIACIÓN	49	26/01/18	15/03/18
OBRAS CIVILES	21	26/01/18	15/02/18
Bancoductos	10	02/02/18	11/02/18
Zapatas	4	26/01/18	29/01/18
Pedestales	3	30/01/18	01/02/18
Bases	7	02/02/18	08/02/18
Losa	7	09/02/18	15/02/18
MECANICA	47	26/01/18	13/03/18
Montaje de tanques Barren	40	02/02/18	13/03/18
Montaje de barcazas	30	26/01/18	24/02/18
Montaje de bombas	14	23/02/18	08/03/18
TUBERIA	19	25/02/18	15/03/18
Montaje de spool	19	25/02/18	15/03/18
ELECTRICIDAD	39	05/02/18	15/03/18
Sala electrica	5	05/02/18	09/02/18
Transformador	6	10/02/18	15/02/18
Centro de control de motores	6	16/02/18	21/02/18
Tableros generales	22	10/02/18	03/03/18
Instalacion de soporte, bandejas y cableado	32	12/02/18	15/03/18
INSTRUMENTACION	19	25/02/18	15/03/18
Equipos de instrumentacion	19	25/02/18	15/03/18
Instalacion de cables y tuberias	11	28/02/18	10/03/18
140. ADSORCION	65	10/01/18	15/03/18
OBRAS CIVILES	30	10/01/18	28/02/18
Bases de circuito 1 y 2	16	10/01/18	25/01/18
Losas	7	26/01/18	01/02/18
Canaletas	9	12/02/18	20/02/18
Soporteria	10	02/02/18	11/02/18
Bases de circuito 3	6	23/02/18	28/02/18
ESTRUCTURA	34	02/02/18	07/03/18
Acceso a las columnas de adsorcion	13	23/02/18	07/03/18
Plataforma DSM Circuito N°3	10	02/02/18	11/02/18
Plataforma DSM Circuito N°4 y N°5	16	12/02/18	27/02/18
MECANICA	20	21/02/18	12/03/18
Montaje de columnas (circuito 1 y 2)	2	21/02/18	22/02/18
Montaje de mallas estacionarias	3	28/02/18	02/03/18
Montaje de muestradores	4	09/03/18	12/03/18
Montaje de columnas (circuito 3)	1	03/03/18	03/03/18
TUBERIA	21	23/02/18	15/03/18
Montaje de spool	21	23/02/18	15/03/18
ELECTRICIDAD	32	12/02/18	15/03/18
Instalacion de soporte, bandejas y cableado	32	12/02/18	15/03/18
Tablero de Distribución Adsorción	5	22/02/18	26/02/18
INSTRUMENTACION	21	23/02/18	15/03/18
Equipos de instrumentacion	16	27/02/18	14/03/18
Instalacion de cables y tuberias	21	23/02/18	15/03/18
150. DESORCION Y ELECTRODEPOSICION	114	16/02/18	09/05/18
OBRAS CIVILES	85	16/02/18	11/05/18
Bases y pedestales	14	16/02/18	01/03/18
Losas parciales, sumideros	14	18/04/18	01/05/18
Culminacion de losas, veredas y rampas	10	02/05/18	11/05/18
ARQUITECTURA	4	14/04/18	17/04/18
Cobertura de calderas de aceite termico	4	14/04/18	17/04/18
ESTRUCTURA	82	02/03/18	09/05/18
Estructura de celdas electroliticas	30	02/03/18	31/03/18
Desorción y Lavado de Ácido	10	23/04/18	02/05/18
MECANICA	21	02/03/18	29/03/18
Montaje de tanques	5	01/04/18	05/04/18
Montaje de celda electrolitica	21	11/03/18	31/03/18

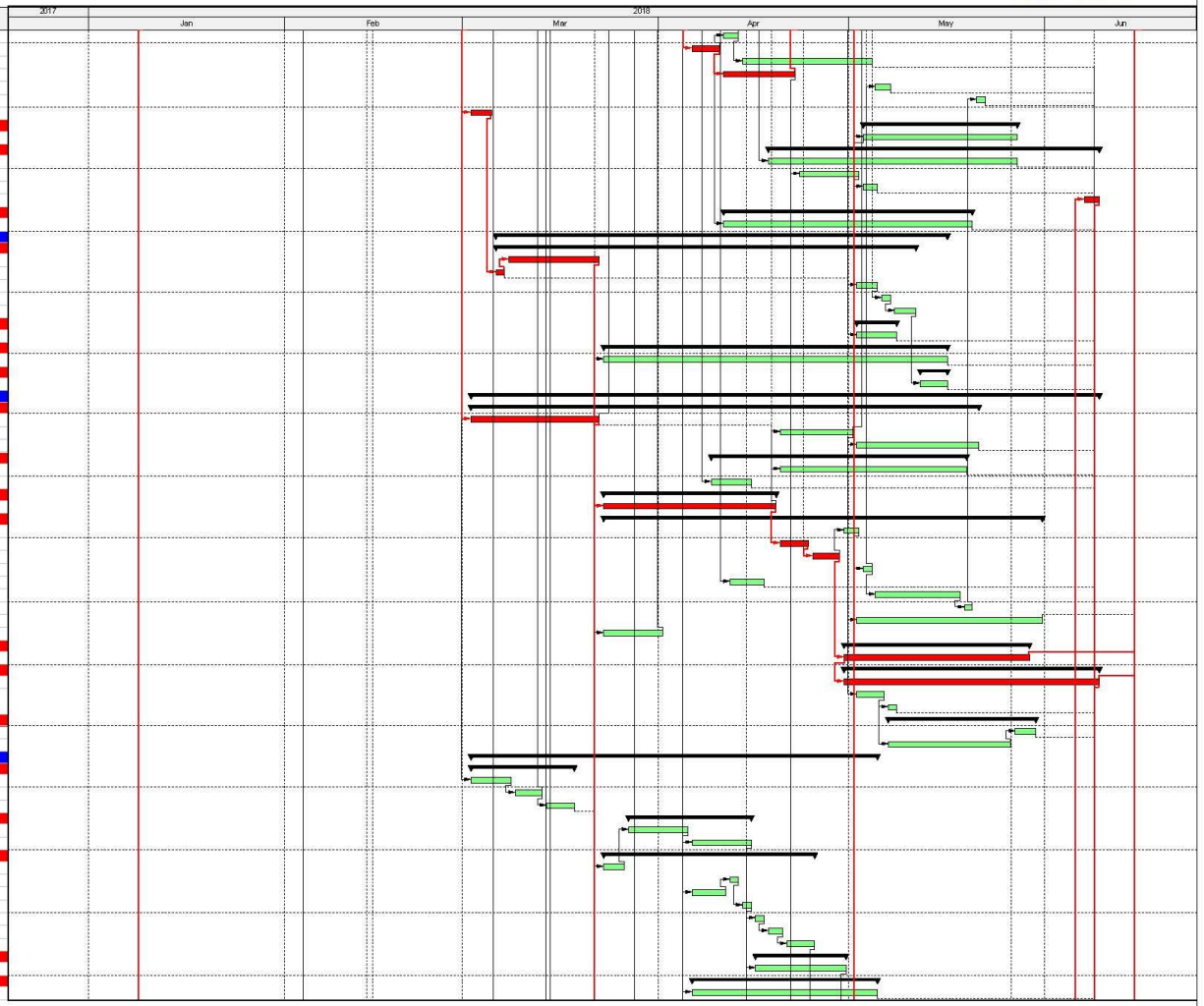


Actual Work | Remaining Work | Critical Remaining Work | Milestone | summary

AMPLIACION DE PLANTA ADR A 36,000 TMPD
CRONOGRAMA DE EJECUCION

HLC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

Activity Name	Original Duration	Start	Finish
Montaje de filtros	3	11/04/18	13/04/18
Montaje de bombas	5	06/04/18	10/04/18
Montaje de rectificadora de corriente	21	14/04/18	04/05/18
Montaje de sistema de extraccion de gases	12	11/04/18	22/04/18
Tanque de solucion strip	3	05/05/18	07/05/18
Ducha lavaojos	2	21/05/18	22/05/18
Reactor de desorcion	4	02/03/18	05/03/18
TUBERIA	25	03/05/18	27/05/18
Montaje de spool	25	03/05/18	27/05/18
ELECTRICIDAD	53	18/04/18	09/06/18
Instalacion de soporte, bandejas y cableado	40	18/04/18	27/05/18
Tableros	10	23/04/18	02/05/18
Centro de control de motores	3	03/05/18	05/05/18
Centro de Control de Motores Fundición y Facilidade	3	07/06/18	09/06/18
INSTRUMENTACION	40	11/04/18	29/05/18
Instalacion de cables y tuberias	40	11/04/18	29/05/18
155. LAVADO ACIDO	72	06/03/18	18/05/18
MECANICA	67	06/03/18	31/05/18
Estructura reactor de desorcion	15	08/03/18	22/03/18
Reactor de lavado acido	2	06/03/18	07/03/18
Malla estacionaria DSM	4	02/05/18	05/05/18
Tanque de circulacion de lavado acido	2	06/05/18	07/05/18
Bombas	4	08/05/18	11/05/18
TUBERIA	7	02/05/18	09/05/18
Montaje de spool	7	02/05/18	09/05/18
ELECTRICIDAD	55	23/03/18	18/05/18
Instalacion de cables y tuberias	55	23/03/18	18/05/18
INSTRUMENTACION	5	12/05/18	18/05/18
Equipos de instrumentacion	5	12/05/18	18/05/18
160. REGENERACION TERMICA	106	02/03/18	09/06/18
OBRAS CIVILES	81	02/03/18	21/05/18
Bases y pedestales	21	02/03/18	22/03/18
Losas perciales, sumideros	12	20/04/18	01/05/18
Culminacion de losas,veredas y rampas	20	02/05/18	21/05/18
ARQUITECTURA	41	09/04/18	19/05/18
Montaje de cobertura	30	20/04/18	19/05/18
Cerco Perimetrico Lavado de Gases	7	09/04/18	15/04/18
ESTRUCTURA	28	23/03/18	19/04/18
Estructura de Regeneración Térmica	28	23/03/18	19/04/18
MECANICA	70	23/03/18	31/05/18
Chute de alimentacion	3	30/04/18	02/05/18
Tolva de alimentacion	5	20/04/18	24/04/18
Tolva de enfriamiento	5	25/04/18	29/04/18
Campanas de extraccion	2	03/05/18	04/05/18
Bombas	6	12/04/18	17/04/18
Zaranda vibratoria	14	05/05/18	18/05/18
Soplador de aire	2	19/05/18	20/05/18
Sistema de generacion termica	30	02/05/18	31/05/18
Montaje de sistema de lavado de gases	10	23/03/18	01/04/18
TUBERIA	30	30/04/18	29/05/18
Montaje de spool	30	30/04/18	29/05/18
ELECTRICIDAD	41	30/04/18	09/06/18
Instalacion de soporte, bandejas y cableado	41	30/04/18	09/06/18
Tablero	5	02/05/18	06/05/18
Centro de control de motores	2	07/05/18	08/05/18
INSTRUMENTACION	24	07/05/18	30/05/18
Equipos de instrumentacion	4	27/05/18	30/05/18
Instalacion de cables y tuberias	20	07/05/18	26/05/18
165. MANEJO DE CARBONO	65	02/03/18	05/05/18
OBRAS CIVILES	17	02/03/18	19/03/18
Zapatas, Pedestales	7	02/03/18	08/03/18
Bases	5	09/03/18	13/03/18
Losa y sardinel	5	14/03/18	19/03/18
ESTRUCTURA	20	27/03/18	15/04/18
Plataforma de Manejo de Carbón	10	27/03/18	05/04/18
Soporteria	10	06/04/18	15/04/18
MECANICA	34	23/03/18	26/04/18
Tolva de almacenamiento de carbon	4	23/03/18	26/03/18
Chute de alimentacion de carbon	2	12/04/18	13/04/18
Zaranda vibratoria circular	6	06/04/18	11/04/18
Eductor para transferencia de carbon	2	14/04/18	15/04/18
Tanque de carbón fino	2	16/04/18	17/04/18
Bomba de transferencia de carbón fino	3	18/04/18	20/04/18
Filtro prensa de placas	5	21/04/18	25/04/18
TUBERIA	15	16/04/18	30/04/18
Montaje de spool	15	16/04/18	30/04/18
ELECTRICIDAD	30	06/04/18	05/05/18
Instalacion de soporte, bandejas y cableado	30	06/04/18	05/05/18

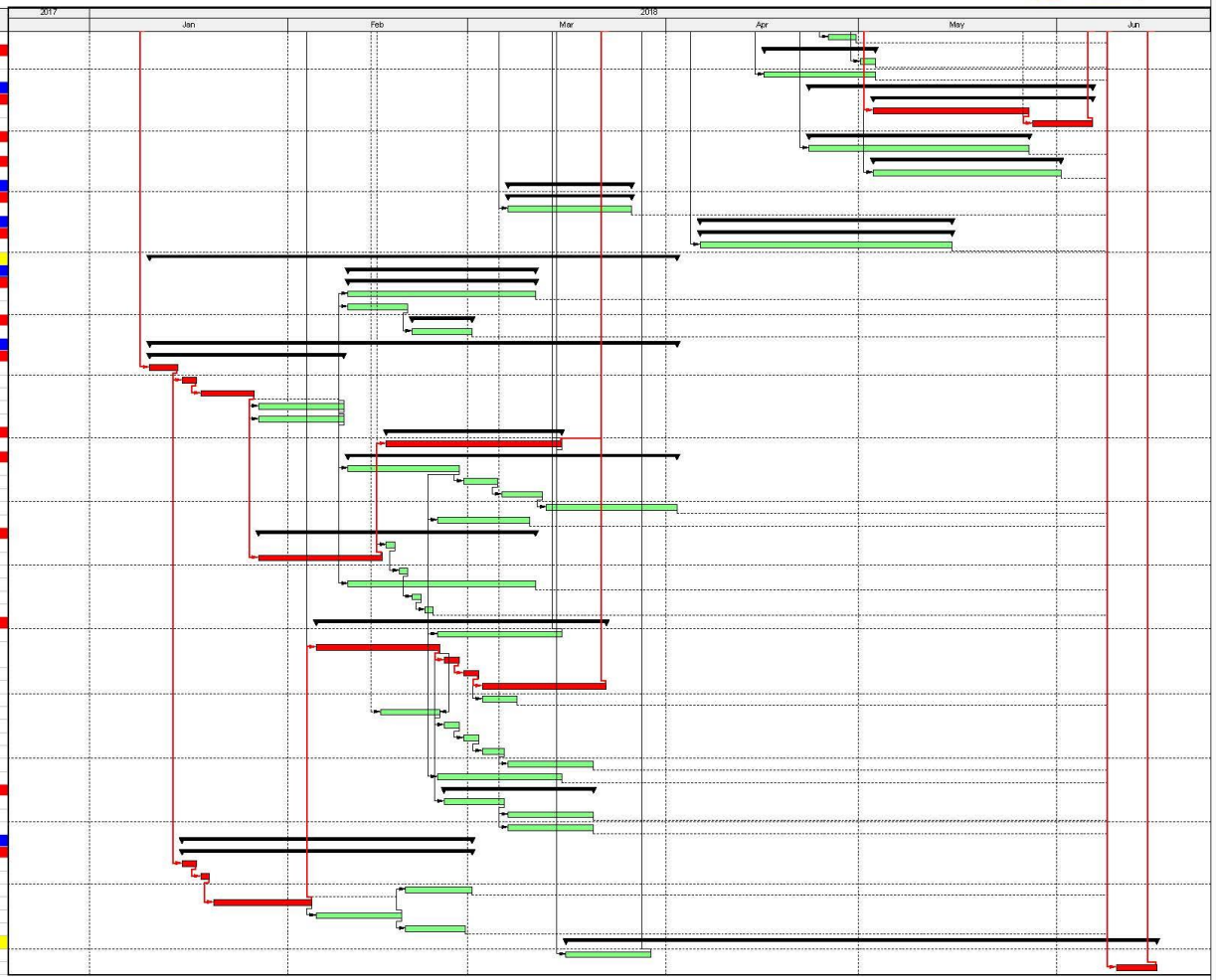


Actual Work | Remaining Work | Critical Remaining Work | Milestone | summary

AMPLIACION DE PLANTA ADR A 36,000 TMPD
CRONOGRAMA DE EJECUCION

HLC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

Activity Name	Original Duration	Start	Finish
Tablero para arranque con variador para bomba	5	26/04/18	30/04/18
INSTRUMENTACION	18	16/04/18	03/05/18
Equipos de Instrumentacion	3	01/05/18	03/05/18
Instalacion de cables y tuberias	18	16/04/18	03/05/18
170. FUNDICION	45	23/04/18	06/06/18
MECANICA	35	03/05/18	06/06/18
Montaje de sistema de horno retorta	25	03/05/18	27/05/18
Montaje de sistema de horno de fundicion	10	28/05/18	06/06/18
ELECTRICIDAD	35	23/04/18	27/05/18
Instalacion de soporte, bandejas y cableado	35	23/04/18	27/05/18
INSTRUMENTACION	30	03/05/18	01/06/18
Equipos de instrumentacion	30	03/05/18	01/06/18
250. DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍAELÉCTRICA	20	07/03/18	26/03/18
ELECTRICIDAD	20	07/03/18	26/03/18
Instalacion de soporte, bandejas y cableado	20	07/03/18	26/03/18
RED PROFIBUS DP	40	06/04/18	15/05/18
INSTRUMENTACION	40	06/04/18	15/05/18
Instalacion de cables y tuberias	40	06/04/18	15/05/18
SISTEMA DE REBOMBEO N° 1	83	10/01/18	02/04/18
100. GENERAL	30	10/02/18	11/03/18
OBRAS CIVILES	30	10/02/18	11/03/18
Soporteria para tuberia	30	10/02/18	11/03/18
Zapatas y pedestales	10	10/02/18	19/02/18
ELECTRICIDAD	10	20/02/18	01/03/18
Puesta tierra y proteccion atmosferica	10	20/02/18	01/03/18
135. LIXIVIACION	83	10/01/18	02/04/18
OBRAS CIVILES SISTEMA DE BOMBEO	31	10/01/18	05/02/18
Excavacion	5	10/01/18	14/01/18
Solado	3	15/01/18	17/01/18
Bases	9	18/01/18	25/01/18
Losas, ensanches y sardinel	14	27/01/18	09/02/18
Canaleta Sistema de Rebombeo	14	27/01/18	09/02/18
TUBERIA	28	16/02/18	15/03/18
Montaje de Spool	28	16/02/18	15/03/18
ESTRUCTURA	52	10/02/18	02/04/18
Soportería de Bandejas Eléctricas	18	10/02/18	27/02/18
Cerco Sub Estación Poza Pregnant PLS N°2	6	28/02/18	05/03/18
Cerco Sub Estación Sistema de Rebombeo N°1	7	06/03/18	12/03/18
Cerco Perimétrico General	21	13/03/18	02/04/18
Soportería de Bandejas Eléctricas	15	24/02/18	10/03/18
MECANICA	44	27/01/18	11/03/18
Bomba de transferencia de solución pregnant a rebombeo	2	16/02/18	17/02/18
Barcaza de bomba de transferencia de solución pregnant a rebo	20	27/01/18	15/02/18
Bomba de solución pregnant de rebombeo a poza pregnant	2	18/02/18	19/02/18
Tanque de rebombeo 135-TK-002	30	10/02/18	11/03/18
Bomba de detección de fugas 135-PU-005	2	20/02/18	21/02/18
Bomba dosificadora de anti-incrustante 135-PU-012	2	22/02/18	23/02/18
ELECTRICIDAD	49	05/02/18	22/03/18
Instalacion de soporte, bandejas y cableado (Poza Pregnant PLS	29	24/02/18	15/03/18
Sala Eléctrica tipo Container (Poza Pregnant PLS N°2)	20	05/02/18	24/02/18
Transformador de principal lixiviación (Poza Pregnant PLS N°2)	3	25/02/18	27/02/18
Centro Control de Motores Lixiviación (Poza Pregnant PLS N°2)	3	28/02/18	02/03/18
Tableros (Poza Pregnant PLS N°2)	20	03/03/18	22/03/18
Transformador de Servicios Auxiliares Tipo Seco	6	03/03/18	08/03/18
Sala Eléctrica tipo Container (Sistema de rebombeo N°1)	10	15/02/18	24/02/18
Celda de media tensión 22.9 kV	3	25/02/18	27/02/18
Transformador de potencia lixiviación (Sistema de rebombeo N°	3	28/02/18	02/03/18
Centro Control de Motores Lixiviación (Sistema de rebombeo N°	4	03/03/18	06/03/18
Tableros (Sistema de rebombeo N°1)	14	07/03/18	20/03/18
Instalacion de soporte, bandejas y cableado (Sistema de rebom	20	24/02/18	15/03/18
INSTRUMENTACION	24	25/02/18	20/03/18
Gabinete de Control	10	25/02/18	06/03/18
Instalacion de cables	14	07/03/18	20/03/18
Comunicacion po fibra optica	14	07/03/18	20/03/18
250. DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍAELÉCTRICA	46	15/01/18	01/03/18
OBRAS CIVILES	46	15/01/18	01/03/18
Excavacion	3	15/01/18	17/01/18
Solado	2	18/01/18	19/01/18
Bases	11	19/02/18	01/03/18
Zapatas y pedestales	16	20/01/18	04/02/18
Muro cortafuegos	14	05/02/18	18/02/18
Manhole y bancoductos	10	19/02/18	28/02/18
PRECOMISIONADO	93	16/03/18	16/06/18
Pre-comisionado del sistema de re-bombeo 01	14	16/03/18	29/03/18
Precomisionado de Planta ADR	7	10/06/18	16/06/18



Actual Work | Remaining Work | Critical Remaining Work | Milestone | summary