



CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE
VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS
GERENCIA DE GESTIÓN ESTRATÉGICA DE CARTERA

**CRITERIO
DISEÑO MECÁNICA**

SGP-02MEC-CRTTC-00001

Revisión: 2

Vigencia: 31-03-2020

Página :1 de 56

VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS


SISTEMA DE GESTIÓN DE PROYECTOS

**CRITERIO
DISEÑO MECÁNICA**

Desarrollado por:	Área de conocimiento
Andrés Ormeño Vega	Proyecto DFA
Gonzalo Rojas Eberos	Proyecto PMCHS
Mauricio Lopez Ortega	Proyecto PMCHS
Leopoldo Jauriat Moya	Proyecto PMCHS
Ricardo Gonzalez Muñoz	Proyecto RT Sulfuros
Rodrigo Gutiérrez Pezo	Proyecto Relaves Talabre

Validado por:	Área de conocimiento
Eduardo Agurto Sánchez	Gerencia de Gestión Estratégica de Cartera

Aprobación Técnica:	Centro de Excelencia	Firma
Nancy Pérez Ojeda	Gerencia de Gestión Estratégica de Cartera	

 <p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE GESTIÓN ESTRATÉGICA DE CARTERA</p>	<p>CRITERIO DISEÑO MECÁNICA</p>	<p>SGP-02MEC-CRTTC-00001</p> <p>Revisión: 2</p> <p>Vigencia: 31-03-2020</p> <p>Página :2 de 56</p>
---	--	---

INDICE

1.	REVISIONES	4
2.	OBJETIVOS.....	4
3.	ALCANCE Y APLICACIÓN.....	5
4.	DEFINICIONES.....	5
5.	REFERENCIAS.....	6
6.	CONDICIONES DEL SITIO	9
7.	REQUERIMIENTOS Y CONSIDERACIONES GENERALES	14
7.1	ANTECEDENTES GENERALES.....	14
7.2	COMPONENTES PARA TRANSMISIÓN DE MOVIMIENTO	24
7.3	CORREAS TRANSPORTADORAS.....	32
7.4	ALIMENTADORES.....	32
7.5	CHUTES DE TRANSFERENCIA, TOLVAS BUZONES, GUALDERAS Y CORAZAS..	35
7.6	CHANCADORES	38
7.7	MOLINOS	39
7.8	HARNEROS VIBRATORIOS.....	39
7.9	HIDROCICLONES	40
7.10	CELDA DE FLOTACIÓN.....	41
7.11	COLUMNAS DE FLOTACIÓN.....	41
7.12	ESPEADORES	41
7.13	TAMBORES AGLOMERADORES	43
7.14	LAVADORES DE GASES	44
7.15	PISCINAS PARA SOLUCIONES.....	44
7.16	PISCINAS DESARENADORAS	45
7.17	DUCTOS.....	45
7.18	VENTILACION Y CLIMATIZACIÓN.....	46
7.19	PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.....	49
7.20	ÁCIDO SULFÚRICO	49
7.21	NIVELES DE RUIDO.....	50
7.22	CONTROL DE VIBRACIÓN	52
7.23	SISTEMA DE COMBUSTIBLES.....	53

8. ANEXOS

55

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 6-1 Divisiones de CODELCO – Condiciones Ambientales	13
Tabla 7-1 Esquema Check List Verificación de Layout	16
Tabla 7-2 Factores de Corrección por Altitud (m) y por Temperatura (°C).....	17
Tabla 7-3 Escala de Innovación TRL.....	20
Tabla 7-4 Espacios Libres Recomendados	22
Tabla 7-5 L10 Mínimo	25
Tabla 7-6 Materiales Antiabrasivos	34



	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE GESTIÓN ESTRATÉGICA DE CARTERA</p> <p>CRITERIO DISEÑO MECÁNICA</p>	<p>SGP-02MEC-CRTTC-00001</p> <p>Revisión: 2</p> <p>Vigencia: 31-03-2020</p> <p>Página :3 de 56</p>
---	---	---

Tabla 7-7 Condiciones Internas de Diseño.....	43
Tabla 7-8 Recomendaciones para el Diseño	45
Tabla 7-9 Límite de Exposición al Ruido	46
Tabla 7-10 Normas	48

 CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS	CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE GESTIÓN ESTRATÉGICA DE CARTERA CRITERIO DISEÑO MECÁNICA	SGP-02MEC-CRTTC-00001 Revisión: 2 Vigencia: 31-03-2020 Página :4 de 56
--	--	--

1. REVISIONES

REVISIÓN	TIPO DE CAMBIO	FECHA
2	Se eliminan las responsabilidades Revisión y Actualización del Documento <ul style="list-style-type: none"> • Se actualiza y complementa el documento. • Se elimina lo concerniente a control de polvo Se incorporan palancas para desarrollo de criterios austeros definidas en sprint: <ul style="list-style-type: none"> • Cadena de Valor - Interacción de disciplina y esquema de variables críticas. • Incorporación de nuevas tecnologías y prototipos. • Propuesta de incorporación de factores de diseño y utilización. • Recomendación de LayOut interdisciplina. • Incorporación clase nivel de desempeño (CFQ) • Propuesta modificación NCCs. 	31/03/2020
1	Este documento fusiona los siguientes documentos: <ul style="list-style-type: none"> • SGP-GI-ME-CDI-001 MECÁNICA • SGP-GI-ME-CDI-002 SISTEMA DE CONTROL DE POLVO 	31/08/2017
0	Emitido para difusión: <ul style="list-style-type: none"> • SGP-GI-ME-CDI-001 • SGP-GI-ME-CDI-002 	31/03/2008 01/03/2009


2. OBJETIVOS

El presente Criterio mecánico de diseño constituye un marco de referencia general para la ejecución de los diseños de ingeniería mecánica de los proyectos que desarrolle la corporación a partir de 2006.

Este documento se sustenta en tres bases. La primera son las normas técnicas que regulan las condiciones de diseño y uso de los equipos y materiales mecánicos, la segunda son las instalaciones existentes en las distintas divisiones de la Corporación y la tercera es la amplia experiencia y lecciones aprendidas dentro de la Corporación en la selección, compra, uso y mantenimiento de equipos y materiales mecánicos.

El presente documento considera el análisis de los siguientes factores, con miras a reducir el costo de los bienes definidos por la disciplina mecánica:

- Incorporación de nuevas tecnologías y uso de prototipos

 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE GESTIÓN ESTRATÉGICA DE CARTERA</p> <p>CRITERIO DISEÑO MECÁNICA</p>	<p>SGP-02MEC-CRTTC-00001</p> <p>Revisión: 2 Vigencia: 31-03-2020 Página :5 de 56</p>
--	---	---

- Clase de Nivel de Desempeño (CFQ)
- Validación o definición explícita de los factores de diseño usados en los cálculos
- Prácticas de agregación de valor VIPs en las etapas que correspondan

3. ALCANCE Y APLICACIÓN

Este Criterio se debe aplicar en las instalaciones mineras, de proceso de minerales, plantas e instalaciones similares en proyectos de inversión bajo la gestión y/o ejecución de la Vicepresidencia de Proyectos de Codelco – Chile, en cualquier modalidad de contrato.


Este Criterio de diseño mecánico, debe entenderse como un mínimo, en consideración a que no puede ser exhaustivo debido a los requerimientos que se pueden presentar en los distintos proyectos debido a las diferentes condiciones del sitio y disposición del terreno de cada una de las divisiones de la Corporación. Por lo tanto, en caso de requerirse, el presente Criterio puede ser ampliado en cada Proyecto, por medio de un documento complementario (adenda), que agregue y precise los detalles y aspectos que sean necesarios.

La adenda al presente Criterio debe considerar:

- Personalizar los criterios y/o estándares mecánicos específicos según el tipo de planta
- Establecer los Niveles de Calidad de la infraestructura mecánica (CFQ)
- Seleccionar la Tecnología Mecánica de Transporte, Conminución, Flotación, Relaves u otra que se estime conveniente con miras a reducir los costos de inversión, evaluando aquellas soluciones innovadoras.

4. DEFINICIONES

CONCEPTOS	DEFINICIÓN
Disponibilidad	<p>Es el porcentaje de <i>tiempo nominal</i> en que el equipo estuvo en condiciones electromecánicas de ser operado</p> $\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo nominal} - \text{Tiempo fuera de servicio}}{\text{Tiempo nominal}} \times 100\%$
Prototipo	<p>Se considera al equipo, modelo de equipo o componente que reúna a lo menos una de las siguientes condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Primera unidad conceptualizada y/o fabricada sobre la base de un nuevo diseño o tecnología. b) Equipo que no haya sido probado en actividades de minería, o cuyas pruebas estén en ejecución y no han sido evaluadas sobre indicadores claves tales como: disponibilidad, utilización y rendimiento. c) Modelo conocido que involucra un número importante de modificaciones y no ha sido probado con éxito. d) Modelo de equipo que no ha sido comercializado en el mercado nacional o extranjero.

 CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS	CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE GESTIÓN ESTRATÉGICA DE CARTERA CRITERIO DISEÑO MECÁNICA	SGP-02MEC-CRTTC-00001 Revisión: 2 Vigencia: 31-03-2020 Página :6 de 56
--	--	--


CONCEPTOS	DEFINICIÓN
RCM	Reliability Centered Maintenance (Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad).
Sistema de Gestión de Indicadores de EE (SGEE)	Infraestructura (instrumentos, medidores, sistemas de adquisición, manejo, procesamiento y análisis de datos e información) que permita realizar la gestión de eficiencia energética de los procesos productivos y de la infraestructura y servicios de apoyo a la producción, demandantes de energía.
Vida útil	Se entenderá por vida útil, a la utilización acumulada de cada componente o repuesto (en horas horómetro motor) al momento en que definitivamente debe ser reemplazado por otro nuevo.
Vida económica	Se define como el periodo de tiempo en el cual el activo es rentable utilizarlo, es decir, no existe otra forma más económica de realizar la función para la cual fue diseñado. Se diferencia de la vida útil, en que esta última, es el periodo de tiempo en que el equipo se encuentra en condiciones de ser utilizado para la función en que fue diseñado, en teoría esta podría ser infinita con un muy buen nivel de mantenimiento y uso adecuado, depende del estado del equipo, sin importar el costo que se requiera

5. REFERENCIAS


El presente documento es suministrado por Codelco en la Especificación de entregables de ingeniería SGP-GI-MD-ESP-001 rev 4, Procedimiento elaboración de bases técnicas para contratos de ingeniería SGP-02-ING-PROGS-00003 rev 0, ambos vigentes en la VP desde 2010. El trabajo debe ejecutarse en conformidad con la Norma Chilena Oficial-NCh así como también los aspectos relativos a seguridad, salud o a leyes municipales o decretos. Las materias que no estén cubiertas por estos códigos y estándares serán diseñadas, suministradas, fabricadas y probadas en conformidad con la última edición aplicable de los siguientes códigos, estándares y prácticas recomendadas de las asociaciones u organizaciones profesionales y técnicas:

Normativa Internacional

- ABMA American Boiler Manufacturers Association
- ACGIH American Conference of Governmental Industrial Hygienists
- AFBMA Antifriction Bearing Manufacturer's Association
- AGMA American Gear Manufacturer's Association
- AISC American Institute of Steel Construction
- AISI American Iron and Steel Institute
- AMCA Air Moving and Conditioning Association
- ANSI American National Standards Institute
- API American Petroleum Institute
- ASQC American Society for Quality Control
- ASCE American Society of Civil Engineers
- ASHRAE American Soc. of Heating, Refrig. and Air Conditioning Engineers

 <p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE GESTIÓN ESTRATÉGICA DE CARTERA</p>	<p align="center">CRITERIO DISEÑO MECÁNICA</p>	<p>SGP-02MEC-CRTTC-00001</p> <p>Revisión: 2</p> <p>Vigencia: 31-03-2020</p> <p>Página :7 de 56</p>
---	---	---

- ASNT American Society for Nondestructive Testing
- ASME American Society of Mechanical Engineers
 - Boiler and Pressure Vessels Code
 - Unfired Pressure Vessels Code
- AST American Society for Testing Material
- AWS American Welding Society
- CEM Conveyor Equipment Manufacturing Association
- CGA Compressed Gas Association
- CMA Crane Manufacturers Association of America
- CTI Cooling Water Institute
- DIN 22101 Deutsche Institut für Normung Belt Conveyors for Bulk Materials.
 - Basis for Calculation and Design
- FEM 2132 Federation European Manutention, Chapter II, Rules for the Design of Mechanisms.
- FM Factory Mutual
- HI Hydraulic Institute
- HMI Hoist Manufacturer's Institute
- ISO International Organization for Standardization, including Mobile Continuous Bulk Handling Equipment, Part I, Rules for the Design of Structures
- ISO 2631 International Organization for Standardization: Guide for the Evaluation of Human Exposure to Whole-Body Vibration.
- JIC Joint Industry Council National Fluid Power Assoc.
- JSA Japanese Standards Association
- MHI Material Handling Institute
- MMA Monorail Manufacturer's Association
- MPTA Mechanical Power Transmission Association
- MSHA Mining Safety and Health Administration
- NACE National Association of Corrosion Engineers
- NEC National Electrical Code
- NEMA National Electrical Manufacturer's Association
- NFPA National Fire Protection Association
- NHS National Health Service
- OSHA Occupational Safety and Health Administration
- RMA Rubber Manufacturer's Association
- SAE Society of Automotive Engineers
- SMACNA Sheet Metal and Air Conditioning Contractors National Association
- SME Society of Mining Engineers
- SPI Society of Plastic Industry
- SSPC Steel Structure Painting Council
- TEMA Tubular Exchangers Manufacturer's Association
- UBC Uniform Building Code
- UL Underwriters Laboratories

 <p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE GESTIÓN ESTRATÉGICA DE CARTERA</p>	<p align="center">CRITERIO DISEÑO MECÁNICA</p>	<p>SGP-02MEC-CRTTC-00001</p> <p>Revisión: 2</p> <p>Vigencia: 31-03-2020</p> <p>Página :8 de 56</p>
---	---	---

- VSMA Vibrating Screen Manufacturers Association


Normativa Nacional

- NCH 1916 Prevención de Incendios en Edificios.
- NCH 283 Presiones para Diseño y Cálculo de Circuitos Destinados a la Conducción de Fluidos
- NCH 2369 Diseño Sísmico de Estructuras e Instalaciones Industriales
- SEC Superintendencia de Electricidad y Combustibles – Gobierno de Chile
- DS N° 594/99 Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo - Ministerio de Salud
- DS N° 72 Reglamento de Seguridad Minera – Ministerio de Minería.
- DS N° 686 Establece Norma de Emisión para la Regulación de la Contaminación Lumínica.
- Decreto Supremo N°90 Reglamento de Seguridad para el Almacenamiento, Refinación, Transporte y Expendio al Público de Combustibles Líquidos Derivados del Petróleo
- Decreto Supremo N°379 Reglamento sobre Requisitos Mínimos de Seguridad para el Almacenamiento y Manipulación de Combustibles Líquidos Derivados del Petróleo Destinados a Consumos Propios

Normativa Interna

- SGP-02ELE-STDTC-00001 Estándar - Diseño De Sistemas Eléctricos.
- SGP-02ELE-CRTTC-00001 Criterio - Diseño Electricidad
- SGP-02AUT-CRTTC-00001 Criterio – Diseño Automatización
- SGP-02AUT-STDTC-00001 Estándar - Diseño En Automatización
- SGP-02CIV-CRTTC-00001 Criterio - Diseño Civil
- SGP-02MEC-ESPTC-00002 Especificación Equipos de Chancado y Molienda Fina
- SGP-02CAN-CRTTC-00001 Criterio - Diseño de Cañerías
- SGP-02MEC-ESPTC-00004 Especificación - Correas Transportadoras y Electromagnetos
- SGP-02MEC-ESPTC-00003 Especificación Celdas de Flotación
- SGP-GIC-MD-PRO-001 Aplicación de Practicas de Incremento de Valor.
- NCC-40 Normativa Corporativa Codelco Seguridad Contra Incendio
- NCC-20 Almacenamiento, transporte, expendio y manejo de combustibles e inflamables.
- NEO-22 Ácido Sulfúrico, Almacenamiento, Carguío, Transporte y Descarga.

Los equipos que se usen o instalen en áreas de la planta clasificadas como áreas de riesgo de incendio, deberán cumplir con las correspondientes secciones del código NFPA.

	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE GESTIÓN ESTRATÉGICA DE CARTERA</p> <p>CRITERIO DISEÑO MECÁNICA</p>	<p>SGP-02MEC-CRTTC-00001</p> <p>Revisión: 2 Vigencia: 31-03-2020 Página :9 de 56</p>
---	---	---

Los equipos relacionados con el control de combustión y los sistemas de protección contra incendio deberán cumplir los requerimientos de "Factory Mutual" o de la Compañía de Seguros de Codelco -CHILE.

En el evento de un conflicto entre las normas citadas anteriormente, se aplicará el código o estándar más estricto. La decisión final sobre el criterio que prevalecerá será hecha por el área de ingeniería VP del proyecto.

Los contratistas de ingeniería y/o los proveedores podrán proponer alternativas a los códigos y estándares precedentes. Sin embargo, para ello deberán demostrar, a lo menos, la equivalencia de la alternativa con respecto a la norma que pretenden reemplazar. Lo anterior deberá contar con la aprobación de Codelco.

En proyectos que contemplan el empleo de tecnologías que no están adecuadamente cubiertas por los códigos y estándares indicados, se aplicará el más apropiado de una prestigiada organización o proveedor, después de una profunda investigación y aprobación de la Vicepresidencia de Proyectos de Codelco.

Los componentes eléctricos y de instrumentación asociados a un equipo mecánico deberán registrarse por los códigos de diseño y estándares establecidos en los Criterios y Estándares de Diseño Eléctricos y de Instrumentación, Automatización y Control de la Vicepresidencia de Proyectos de Codelco.

6. CONDICIONES DEL SITIO

Las condiciones geográficas y ambientales donde se desarrolla el proyecto deben ser consultadas en la Tabla 1. Las condiciones de diseño sísmico deben ser consultadas en SGP-02CIV-CRTTC-00001 CRITERIO - DISEÑO CIVIL.

Sin embargo, la protección contra condiciones demasiado extremas, que ocurran sólo muy ocasionalmente, deberá ponderarse cuidadosamente al evaluar económicamente cada proyecto.


	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE GESTIÓN ESTRATÉGICA DE CARTERA</p> <p>CRITERIO DISEÑO MECÁNICA</p>	<p>SGP-02MEC-CRTTC-00001</p> <p>Revisión: 2</p> <p>Vigencia: 31-03-2020</p> <p>Página :13 de 56</p>
---	---	--

Tabla 6-1 Divisiones de CODELCO – Condiciones Ambientales

Condiciones Ambientales Y Sísmicas	Chuquicamata	Talabre		RT (*)		MMH (**)		GABY	Salvador (***)		Andina				Teniente	Ventanas	Molyb (****)
	MI/Co	Tranque	Planta espesado	Mina	Planta	Mina	Co	-----	MinCo	Potrerrillos	Tranque Huechún	Saladillo	Co.	Mina Rajo	MinCoFu	-----	-----
Temperatura máxima	30 °C	32		30		30		30 °C	30 °C	30 °C	35 °C	25 °C	20 °C	20 °C	30 °C	32 °C	29,5
Temperatura mínima	-5 °C	-12		-5		-5		-6 °C	-7 °C	-7 °C	-5 °C	-10 °C	-10°C	-30°C	-9 °C	-0 °C	5,2
Humedad máxima	100%	100%		100		100		100%	50%	100%	98%	60%	60%	60%	99%	100%	86
Humedad mínima	5,90%	5,90%		5,9		5,9		2%	8%	10%	8%	23%	23%	23%	13%	40	58
Humedad media	23% @ 42%	23% @ 42%		23-42		23-42		27,50%	35%	40 % @ 60%	46%	46%	46%	46%	86,60%	85%	75
Ambiente	Sucio y polvoriento, algunas zonas con gases y vapores corrosivos	polvoriento		Sucio y polvoriento, algunas zonas con gases y vapores corrosivos		Sucio y polvoriento, algunas zonas con gases y vapores corrosivos		Sucio y polvoriento, algunas zonas con gases y vapores corrosivos	Sucio y polvoriento, algunas zonas con gases y vapores corrosivos		polvoriento	Sucio y polvoriento, algunas zonas con gases y vapores corrosivos			Sucio y polvoriento, algunas zonas con gases y vapores corrosivos	Alto contenido de partículas de polvo metálico. Vapores ácidos. Neblina salina	Alto contenido de partículas de polvo metálico. Vapores ácidos. Neblina salina
Altura (m.s.n.m)	2750 -2790	2550-2490	2.560	3.000	2.850	2.400	2.600	2.700	2.400	2.800	500- 900	1600- 1700	2800-3500	3000-4100	1600-2300	50	50-55
Velocidad del viento (máxima registrada en la zona)	162 km/h	162 km/h		162 km/h		162 km/h		140 km/h	160 km/h	160 km/h	100 km/h	180 km/h	N/A	180 km/h	140 km/h	100 km/h	34 km/h
Radiación solar	450 W/m2	700 – 1000 W/m²		1190 W/m2		858 cal/cm2 d		420 W/m2	350 W/m2	400 W/m2	500 W/m2	500 W/m2	N/A	600 W/m2	350 W/m2	350 W/m2	925MJ/m2
Precipitación anual	37 mm	37 mm		37		37		40 mm	55 mm	55 mm	210 mm	830 mm	N/A	830 mm	760 mm	400mm	3
Nieve	N/A	N/A		N/A		N/A		N/A	0,8 m	0,8 m	N/A	7 m	N/A	7-18 m	7 m		N/A
Tasa de Evaporación	8 - 13 (l/d m2)	8 - 13 (l/d m2)		8 - 13 (l/d m2)		8 - 13 (l/d m2)		8 - 13 (l/d m2)	140 mm/mes		1 - 9	-	N/A	-	-	-	10
Diseño sísmico: Según Norma NCh 2369	Zona 2	Zona 2		Zona 2		Zona 3		Zona 2	Zona 3	Zona 2	Zona 2	Zona 2	(*****)	Zona 2	Zona 2	Zona 3	Zona 3


(*) Criterio condiciones del sitio RT Fase II, N° R13E403-I1-JACOBS-00000-CRTME02-0000-002

(**) Criterio de diseño condiciones del Lugar, Proyecto Explotación mina ministro Hales, N° H10M401-I1-HATCH-MMH-CRTME02-0000-002

(***) Especificación Técnica condiciones de sitio, Proyecto Rajo Inca, N°4501871689-00000-ESPME-00008

(****) Informe condiciones del Lugar, Proyecto Moly Corporativo. N°: MOLYCOR-F1-AMEC-00000-INFPR02-0000-003.

(*****) Según Estudio de Riesgo Sísmico del Proyecto

 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE GESTIÓN ESTRATÉGICA DE CARTERA</p> <p>CRITERIO DISEÑO MECÁNICA</p>	<p>SGP-02MEC-CRTTC-00001</p> <p>Revisión: 2</p> <p>Vigencia: 31-03-2020</p> <p>Página :14 de 56</p>
--	---	--

7. REQUERIMIENTOS Y CONSIDERACIONES GENERALES

7.1 ANTECEDENTES GENERALES

Al ejecutar estudios de disposición de equipos, diseño mecánico, especificaciones y selección de equipos, se deberá prestar una cuidadosa consideración a los siguientes factores:


7.1.1 SEGURIDAD

Las plantas, instalaciones, equipos y/o sistemas, serán intrínsecamente seguros y deberán cumplir los requerimientos indicados en la norma OSHA. Sin perjuicio de lo anterior, se deben cumplir a lo menos los siguientes aspectos:

- Se deben evaluar y proveer todos los accesos, vías de escape y espacios requeridos alrededor de equipos, instalaciones y/o sistemas para la realización en forma segura y eficaz de las actividades de operación, mantenimiento y/o inspecciones.
- Se deben evaluar y proveer en caso de necesidad, todas las protecciones que permitan un trabajo seguro en todos los sistemas motores y partes en movimiento, en bordes afilados, superficies calientes, etc.
- Se deben evaluar y proveer todos los equipos e instalaciones auxiliares que permitan ejecutar en forma segura y eficaz las actividades de operación, mantenimiento y/o inspecciones. Deben ser consideradas en los diseños las plataformas de acceso, escaleras, puentes, ascensores, monorrieles provistos con tecles o puentes grúa, entre otros.
- Se deben hacer evaluaciones para casos de emergencia como cortes de energía y alumbrado, incendios, derrames, inundaciones, entre otros. Los análisis deberán estar enfocados en proteger de todo riesgo a las personas y a las instalaciones, equipos y/o sistemas y, en caso que sea necesario, mantener la continuidad operacional mediante la instalación de equipos, instalaciones y/o sistemas auxiliares.
- Se deben evaluar y proveer todos los equipos, instalaciones y/o sistemas que permitan mantener limpias las áreas de trabajo.

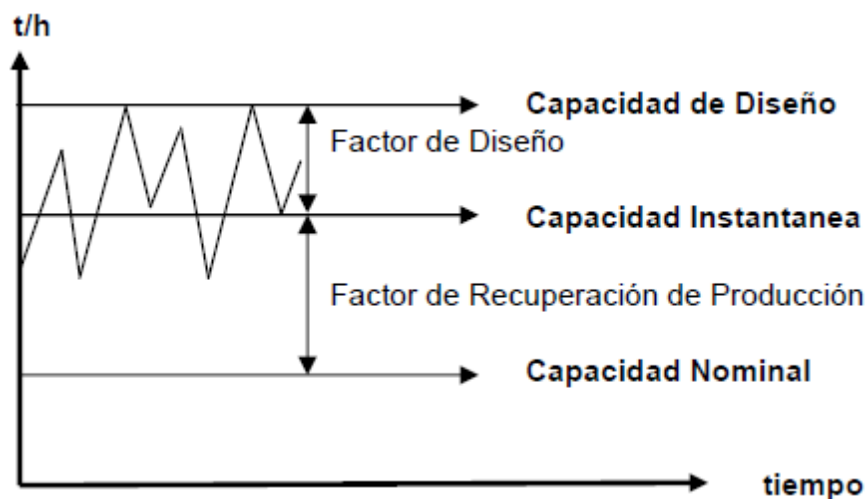
7.1.2 CAPACIDAD DE DISEÑO

- La selección de cada equipo deberá realizarse sobre la base de los requerimientos de diseño señalados en los diagramas de flujo de procesos, o sobre la base de los requerimientos de diseño que deriven del cálculo del sistema mecánico o acondicionamiento térmico teniendo especial cuidado en el cumplimiento de la capacidad máxima, la frecuencia de operación requeridas por el

	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE GESTIÓN ESTRATÉGICA DE CARTERA</p> <p>CRITERIO DISEÑO MECÁNICA</p>	<p>SGP-02MEC-CRTTC-00001</p> <p>Revisión: 2</p> <p>Vigencia: 31-03-2020</p> <p>Página :15 de 56</p>
---	---	--

proceso y las condiciones ambientales extremas.

- En los cálculos de la capacidad de carga y de la selección del equipo, se deberá considerar la partida de los equipos bajo condiciones de plena y holguras de diseño para posibles variaciones de flujo, densidad del material o condiciones de operación
- Parámetros y condiciones de diseño para el logro de los objetivos de producción, cumplimiento de las capacidades de proceso de Diseño, instantáneo y Nominal, las que se definen como:




$$\text{Capacidad Nominal (t/h)} = \frac{\text{Producción} \left(\frac{\text{t}}{\text{año}} \right)}{\text{Días de Operación Anual} \left(\frac{\text{día}}{\text{año}} \right) * \text{Horas por Día} \left(\frac{\text{hora}}{\text{día}} \right)}$$

$$\text{Capacidad Instantánea (t/h)} = \frac{\text{Capacidad Nominal}}{\text{Porcentaje de Operación Efectivo (utilización)}}$$

$$\text{Capacidad de Diseño (t/h)} = \text{Capacidad Instantánea} \times \text{Factor de Diseño}$$

Los equipos mecánicos se **deben diseñar para la capacidad de Diseño** que defina la Disciplina de Procesos.

En el caso específico de las correas transportadoras, el factor de Diseño será un 10% y el factor de utilización será de un 75%, a excepción de los sistemas de Correas Transportadoras de Plantas Concentradoras y de manejo de Pebbles, para el cual se analizará en forma particular.

 <p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE GESTIÓN ESTRATÉGICA DE CARTERA</p>	<p>CRITERIO DISEÑO MECÁNICA</p>	<p>SGP-02MEC-CRTTC-00001</p> <p>Revisión: 2</p> <p>Vigencia: 31-03-2020</p> <p>Página :16 de 56</p>
---	--	--

7.1.3 REQUERIMIENTOS PARA EL DISEÑO DEL LAYOUT

7.1.3.1 REQUERIMIENTOS PRIORITARIOS

La disposición general de equipos debe considerar prioritariamente abarcar los conceptos de:

- Constructibilidad
- Mantenibilidad
- Seguridad
- Accesibilidad
- Operatividad
- Normativa

Para el Diseño de una disposición general de equipos (Layout) se recomiendan seguir las verificaciones que se listan a continuación:

- Verificar y seguir el flujo del proceso.
- Verificar las condiciones del sitio.
- Definir el tipo de equipo disponible que permita asegurar la funcionalidad del proceso y las tecnologías que agregue ventajas para el proyecto.
- Verificar método de construcción montaje y espacios requeridos para equipos auxiliares de montaje.
- Verificar los espacios y áreas de mantenimiento con uso de catálogos de equipos de referencia, experiencia.
- Verificar accesos a diferentes componentes que requieran inspección o cambio.
- Verificar vías de escape.
- Verificar considerar equipos auxiliares para mantenimiento como, equipos de izaje, compresores, unidades de lubricación, entre otros. (aplicar punto 3, 4 y 5).
- Definir trazados de cañerías.
- Definir trazados eléctricos.
- Definir trazados de instrumentación.
- Integrar los diseños multidisciplinarios, resolver interferencias.
- Incorporar a personal de operación y Cliente en fases tempranas del diseño.
- Considerar lecciones aprendidas de proyectos similares.
- Revisar Normativa Vigente

Para que una disposición general de equipos (Layout) abarque todos los criterios multidisciplinarios, Normativas y al Cliente, la siguiente figura muestra un check list a ser considerado al momento de armar un Layout:


 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE GESTIÓN ESTRATÉGICA DE CARTERA</p> <p>CRITERIO DISEÑO MECÁNICA</p>	<p>SGP-02MEC-CRTTC-00001</p> <p>Revisión: 2</p> <p>Vigencia: 31-03-2020</p> <p>Página :17 de 56</p>
--	---	--

Tabla 7-1 Esquema Check List Verificación de Layout




7.1.3.2 REQUERIMIENTO TÉCNICO

La excelencia técnica de los equipos, instalaciones y/o sistemas, deberá ser obtenida a través de la adecuada consideración de, a lo menos, los siguientes factores:

- Se deberá usar el Sistema Internacional de Medidas (S.I.), en todos los documentos y planos que sean generados por este criterio de diseño.
- Parámetros y condiciones de diseño para el logro de los objetivos de producción, cumplimiento de las capacidades de proceso nominal, instantáneo y de diseño, frecuencia de operaciones, mantenibilidad y disponibilidad.
- Características específicas de los materiales que serán procesados y de los productos que se van a obtener con estos procesos.
- Características del lugar de trabajo (altitud sobre el nivel del mar, condiciones ambientales, condiciones sísmicas, vías de acceso, comunicaciones, etc.).
- Factor de corrección por altitud y por temperatura.

Se deberá considerar el uso de factor de corrección por altitud y por temperatura para aquellos equipos que operan con aire ambiente, ya sea ventilando, soplando, succionando, refrigerando o comprimiendo


 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE GESTIÓN ESTRATÉGICA DE CARTERA</p> <p>CRITERIO DISEÑO MECÁNICA</p>	<p>SGP-02MEC-CRTTC-00001</p> <p>Revisión: 2</p> <p>Vigencia: 31-03-2020</p> <p>Página :18 de 56</p>
--	---	--

aire. Se adjunta tabla con factores de corrección a considerar.

Tabla 7-2 Factores de Corrección por Altitud (m) y por Temperatura (°C)

ALTURA																	
METERS	—0	305	610	915	1220	1524	1829	2134	2439	2744	3049	3354	3659	3963	4268	4573	
C	TEMPERATURA																
-40	.805	.835	.866	.898	.932	.968	1.004	1.043	1.084	1.127	1.170	1.217	1.266	1.317	1.371	1.426	
-34.4	.824	.855	.886	.920	.954	.991	1.028	1.068	1.110	1.154	1.198	1.246	1.297	1.349	1.403	1.460	
-28.9	.844	.875	.907	.941	.976	1.014	1.052	1.092	1.136	1.180	1.226	1.275	1.327	1.380	1.436	1.494	
-23.3	.863	.895	.928	.962	.999	1.037	1.076	1.117	1.161	1.207	1.254	1.304	1.357	1.411	1.469	1.528	
-17.8	.882	.915	.948	.984	1.021	1.060	1.100	1.142	1.187	1.234	1.282	1.333	1.387	1.443	1.501	1.562	
-12.2	.901	.935	.969	1.005	1.043	1.083	1.123	1.167	1.213	1.261	1.310	1.362	1.417	1.474	1.534	1.596	
-6.7	.920	.954	.990	1.026	1.065	1.106	1.147	1.192	1.239	1.288	1.338	1.391	1.447	1.506	1.566	1.630	
-1.1	.939	.974	1.010	1.048	1.087	1.129	1.171	1.217	1.265	1.315	1.365	1.420	1.478	1.537	1.599	1.664	
4.4	.959	.994	1.031	1.069	1.110	1.152	1.195	1.241	1.290	1.341	1.393	1.449	1.508	1.568	1.632	1.698	
10	.978	1.014	1.051	1.091	1.132	1.175	1.219	1.266	1.316	1.368	1.421	1.478	1.538	1.600	1.664	1.732	
15.6	.997	1.034	1.072	1.112	1.154	1.198	1.243	1.291	1.342	1.395	1.449	1.507	1.568	1.631	1.697	1.766	
21.1	1.016	1.054	1.093	1.133	1.176	1.221	1.267	1.316	1.368	1.422	1.477	1.536	1.598	1.662	1.730	1.800	
26.7	1.035	1.074	1.113	1.155	1.198	1.244	1.291	1.341	1.394	1.449	1.505	1.565	1.628	1.694	1.762	1.834	
32.2	1.055	1.094	1.134	1.176	1.221	1.267	1.315	1.365	1.419	1.475	1.533	1.594	1.658	1.725	1.795	1.868	
37.8	1.074	1.114	1.154	1.198	1.243	1.290	1.339	1.390	1.445	1.502	1.560	1.623	1.689	1.756	1.828	1.902	
43.3	1.093	1.133	1.175	1.219	1.265	1.313	1.363	1.415	1.471	1.529	1.588	1.652	1.719	1.783	1.860	1.936	
48.9	1.112	1.153	1.196	1.240	1.287	1.336	1.386	1.440	1.497	1.556	1.616	1.681	1.749	1.819	1.893	970	

- Previsión de posibles futuras expansiones, cuando sea aplicable.
- Sustentar la continuidad operacional a la capacidad de diseño, minimizando las detenciones de operación, considerando tolerancias razonables por variaciones en las tasas de alimentación que permitan garantizar los objetivos de producción.
- Desarrollar cálculos y diseños que consideren las condiciones de partida con plena carga después de una detención de operación.
- Todos los equipos, componentes y materiales deben ser nuevos, sin uso previo.
- Desarrollar cálculos y diseños que sustenten las disponibilidades definidas por el proyecto para equipos, instalaciones y/o sistemas.
- Desarrollar los diseños de equipos, instalaciones y/o sistemas, considerando un máximo armado en fábrica y desmontar sólo los conjuntos necesarios para su transporte cuando su manipulación así lo requiera.
- Desarrollar estudios de confiabilidad, mantenibilidad, logística de apoyo al mantenimiento (servicios, disponibilidad de repuestos, etc.) y costos de mantenimiento en la selección de equipos instalaciones y/o sistemas.

 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE GESTIÓN ESTRATÉGICA DE CARTERA</p> <p>CRITERIO DISEÑO MECÁNICA</p>	<p>SGP-02MEC-CRTTC-00001</p> <p>Revisión: 2</p> <p>Vigencia: 31-03-2020</p> <p>Página :19 de 56</p>
--	---	--

- Disposición de servicios para la ejecución de actividades de mantenimiento en equipos, instalaciones y/o sistemas, por ejemplo, enchufes para máquinas para soldar, tomas de aire comprimido, enchufes de fuerza, conexiones de agua industrial y agua potable en todas las áreas de servicio y traslado de equipos.

7.1.4 FACTORES ECONÓMICOS

El diseño y selección de equipos, instalaciones y/o sistemas, deberá ser consistente con los costos de inversión, de operación y de mantenimiento.


La vida útil esperada de equipos, instalaciones y/o sistemas deberá ser considerada en el diseño. Otros factores que deberán considerarse son los siguientes:

- Nivel de los costos de capital y mantenimiento, en equilibrio con la confiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y costos de operación, mantenimiento y de reemplazo.
- Estandarización de equipos, instalaciones y/o sistemas seleccionados para cubrir un amplio rango de aplicaciones y/o reducir los inventarios de componentes y/o repuestos.
- El cálculo, diseño y selección de los diferentes equipos, instalaciones y/o sistemas mecánicos debe ser realizado tomando en cuenta las condiciones de operación, mantenimiento y las condiciones climáticas del sitio. También se debe realizar un riguroso análisis del efecto de las condiciones climáticas extremas e incorporar adecuadamente su impacto en la evaluación económica global de la planta.
- Si existe una igualdad de condiciones de costo y/o calidad en la selección de materiales, equipos, instalaciones y/o sistemas, se deben preferir los de origen chileno.

7.1.5 DESARROLLO SUSTENTABLE

El diseño y selección de equipos, instalaciones y/o sistemas deberá ser realizado teniendo en consideración la Política Corporativa de Desarrollo Sustentable de Codelco. Sin perjuicio de lo anterior, se deben revisar, a lo menos, los siguientes aspectos.

- Para los diseños y selección de equipos, instalaciones y/o sistemas, se debe considerar el uso de tecnologías limpias y criterios de protección ambiental, seguridad y salud ocupacional en sus procesos.
- En los diseños y selección de equipos, instalaciones y/o sistemas, se deben identificar, evaluar y controlar los aspectos ambientales, implementando las acciones preventivas y correctivas que corresponda.
- Los diseños y selección de equipos, instalaciones y/o sistemas, deben reducir o eliminar la

 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE GESTIÓN ESTRATÉGICA DE CARTERA</p> <p>CRITERIO DISEÑO MECÁNICA</p>	<p>SGP-02MEC-CRTTC-00001</p> <p>Revisión: 2</p> <p>Vigencia: 31-03-2020</p> <p>Página :20 de 56</p>
--	---	--

generación de residuos, actuando de preferencia en su origen, procurando su reutilización o reciclaje y la disposición ambientalmente segura de los desechos finales.

- Todos los diseños y selección de equipos, instalaciones y/o sistemas deben considerar un uso eficientemente de los recursos, en especial los naturales, como el agua y la energía.

7.1.6 INCORPORACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS EN PROYECTOS

Para la incorporación de nuevas tecnologías e innovación en proyectos se debe utilizar como referencia el Documento de la Vicepresidencia de Desarrollo y Sustentabilidad “Guía para incorporación de Tecnología en Proyectos de Inversión y Plan de Negocios y Desarrollo”.


Una vez definida la tecnología, esta deberá pasar por diferentes hitos decisionales para determinar la conveniencia de avanzar a la siguiente etapa, en función de los antecedentes y méritos identificados. Debido a esto es necesario definir la madurez que debe tener las tecnologías para ser incorporadas al ciclo inversional (ingeniería de perfil, prefactibilidad y factibilidad de un proyecto de inversión) y los potenciales riesgos de la iniciativa.

En general en el rubro minero, los proyectos de inversión se inician muchos años antes, incluso décadas antes de su construcción y puesta en operación. Por lo tanto, se debe revisar las innovaciones que aparecen en el rubro, seleccionando y validando las posibles tecnologías, sin que estas afecten la configuración del proyecto definida para etapa inversional. Preferentemente las tecnologías a aplicar deben estar validadas en etapa de prefactibilidad, sin embargo, esto no restringe identificar innovaciones en etapa inversional, siempre que estas generen un alto valor y su riesgo sea controlado.

Madurez de las Tecnologías

Actualmente Codelco VP define las siguientes etapas de madurez de iniciativas de Innovación Tecnológica, apoyándose en la escala de innovación TRL (Technology Readiness Level) aplicada en NASA que se muestra en la Tabla 8-3:

- Tecnología Validada o Probada (9 => TRL => 7)** Es una tecnología cuyos parámetros técnicos y económicos de diseño y operación han sido demostrados y documentados, por lo menos a escala representativa de uso industrial y tonelajes de procesamiento similares. Los resultados permiten replicar y/o proyectar, considerando condiciones de escalamiento y similitud, los rendimientos y parámetros técnicos específicos a condiciones industriales.
- Tecnología Probable (Prototipos) (7 > TRL => 5):** Es una tecnología viable, que ha sido validada exitosamente, al menos a escala piloto o prototipo, pero cuyos resultados aún no han sido escalados a nivel industrial.

 CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS	CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE GESTIÓN ESTRATÉGICA DE CARTERA CRITERIO DISEÑO MECÁNICA	SGP-02MEC-CRTTC-00001 Revisión: 2 Vigencia: 31-03-2020 Página :21 de 56
--	--	---

- c) **Tecnología Posible (TRL => 5):** Es una tecnología cuyos rendimientos técnicos y potencial económico son promisorios y se consideran factibles de alcanzar, basados en antecedentes teóricos, modelos matemáticos y/o experimentación a escala de laboratorio, pero sin pruebas (o muy limitadas) de su comportamiento en condiciones industriales. Requieren por tanto más estudios para transformarse en alguna de las dos categorías ya detalladas.


Tabla 7-3 Escala de Innovación TRL

TRL	Definición	Escala
9	Sistema operando de acuerdo a diseño	Escala real = 1
8	Sistema completado y calificado a través de pruebas y demostraciones en ambiente operacional	
7	Demostración del prototipo en un ambiente operacional	
6	Demostración de sistemas, subsistemas y componentes en ambiente complejo de punta a cabo	Ingeniería 1/10 < escala < 1
5	Validación de sistemas, subsistemas y componentes en un ambiente complejo o relevante	
4	Validación de componentes o subsistemas en ambiente de laboratorio	Laboratorio, banco Escala < 1/10
3	Funciones críticas a nivel analítico o experimental y/o Prueba de concepto de las características	
2	Concepto tecnológico y/o aplicación formulada	
1	Principios básicos observados y reportados	

Innovación en Fase de Proyecto

a) Factibilidad e Ejecución

Los proyectos en etapa de factibilidad (incluye la ingeniería Básica) debe incluir preferentemente Tecnologías Probadas TRL = 7, también puede ser incluida Tecnología Probable TRL = 5, toda vez que su aporte de valor sea significativo. La incorporación de una Tecnología Probable en el proyecto, estará sujeta a las siguientes condiciones, las que deberán ser evaluadas y justificadas por el gerente de proyecto:

 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE GESTIÓN ESTRATÉGICA DE CARTERA</p> <p>CRITERIO DISEÑO MECÁNICA</p>	<p>SGP-02MEC-CRTTC-00001</p> <p>Revisión: 2</p> <p>Vigencia: 31-03-2020</p> <p>Página :22 de 56</p>
--	---	--

- El proyecto debe realizar y documentar una evaluación de riesgo y proponer un plan de mitigación, el documento permitirá minimizar el impacto de una falla por la incorporación de Tecnologías Probables.
- Que ninguno de los flujos económicos anuales tenga una variación mayor al 5% en los primeros 10 años del proyecto, al considerar la incerteza de la aplicación de una Tecnología Probable.
- Que se definan las condiciones y protocolos que aseguran compatibilidad con los sistemas existentes, propiedad intelectual y se precise los recursos y responsable para ejecutar el programa de validación de la tecnología probable.

b) Pre Factibilidad

Los proyectos, en su etapa de prefactibilidad (incluye la ingeniería conceptual) pueden incorporar el desarrollo y evaluación de alternativas con Tecnologías Probables y las opciones que se abren con Tecnologías Posibles, con los siguientes objetivos:

- Evaluar el potencial aporte de nuevas tecnologías en los proyectos, cuya vida útil hace aconsejable no cerrar las opciones de incorporar tecnologías futuras.
- Proseguir el desarrollo de Tecnologías Probables y Posibles estableciendo hitos y metas en concordancia con los hitos de decisión del proyecto.
- Llevar a cabo actividades que permitan pasar tecnologías de una categoría Posible a Probable o de Probable a Probada.


Al término de la prefactibilidad se debe recomendar una alternativa que preferentemente contemple Tecnologías Probadas. En caso que la recomendación incluya Tecnología Probable, el proyecto la podrá incorporar siempre y cuando una eventual falla de la tecnología, no constituya impacto fatal para el proyecto, desde el punto de vista técnico y económico. Es decir, considerando la incerteza técnica y/o económica en la aplicación de una Tecnología Probable, ninguno de los flujos económicos anuales debe variar en más de un 10% en los primeros 10 años.

En las etapas tempranas de ingeniería se deben explicar las alternativas que se encuentran en proceso de investigación y las acciones que se ejecutarán para incorporar sus beneficios potenciales.

c) Estudio de Perfil

Si bien el equipo VP no participa en el estudio de perfil, se recomienda el análisis en esta fase previa de posibles opciones tecnológicas con los siguientes objetivos:

- Ampliar las alternativas en evaluación y determinar el real potencial del proyecto propuesto.

 <p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE GESTIÓN ESTRATÉGICA DE CARTERA</p>	<p align="center">CRITERIO DISEÑO MECÁNICA</p>	<p>SGP-02MEC-CRTTC-00001</p> <p>Revisión: 2</p> <p>Vigencia: 31-03-2020</p> <p>Página :23 de 56</p>
---	---	--

- Planificar el desarrollo de Tecnologías Probables y Posibles estableciendo las acciones, hitos y metas que conduzcan a su validación, en concordancia con las próximas etapas de ingeniería del proyecto.
- Llevar a cabo actividades que permitan el tránsito de una tecnología, desde la categoría de Posible a Probable y a Probada.

Al término de la ingeniería de perfil se puede recomendar la continuidad del proyecto, incluyendo Tecnologías Posibles y Probables, siempre y cuando se cumplan con los siguientes requisitos:

- Se incluya un análisis de riesgo, de manera que una eventual falla de la tecnología no validada, no constituya un impacto fatal para el proyecto, desde el punto de vista técnico y económico.
- Se establezca en el proyecto las acciones futuras que permitan alcanzar la categoría de Probada para aquellas tecnologías que no están validadas.


7.1.7 DISPOSICIÓN DE EQUIPOS

La disposición de equipos se optimizará considerando, básicamente los siguientes criterios:

- Minimizar los movimientos de materiales en el interior y exterior de las instalaciones proyectadas
- Facilitar el proceso de producción.
- Evitar el riesgo a las personas, las instalaciones y el medio ambiente.
- Considerar distancias adecuadas entre equipos de acuerdo a lo indicado en la tabla 8.4 del presente documento.
- Los pasillos y plataformas serán diseñados para permitir el tráfico normal de operación y mantención
- Donde sea posible, se deberán utilizar cajas de escaleras para el traslado desde el piso a los niveles de plataformas. El uso de escalas deberá ser evitado, en especial las escalas de gato.
- Se deberán proveer de plataformas de mantención adecuadas para el retiro y reemplazo de todos los conjuntos motrices, accionamientos y equipos mayores de difícil acceso.

Tabla 7-4 Espacios Libres Recomendados

Condición	Espacios Libre Recomendado
Sobre caminos secundarios	4.000 mm

 CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS	CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE GESTIÓN ESTRATÉGICA DE CARTERA CRITERIO DISEÑO MECÁNICA	SGP-02MEC-CRTTC-00001 Revisión: 2 Vigencia: 31-03-2020 Página :24 de 56
--	--	---

Sobre caminos principales	6.400 mm
Sobre líneas ferroviarias	7.000 mm
En pasillos, horizontal	1.000 mm
En Pasillo, Vertical	2.100 mm
Entre equipos donde circulen personas	1.500 mm
Entre elementos estáticos	1.000 mm
Espacio de Mantenimiento recomendado	800 mm

7.2 COMPONENTES PARA TRANSMISIÓN DE MOVIMIENTO

Para determinar la capacidad térmica de cada componente de los sistemas motrices de las transmisiones se deberá considerar la altura geográfica del lugar de trabajo que se especifica en la Tabla 6.1.


7.2.1 MOTORES PRIMARIOS

Se emplearán motores eléctricos como fuentes de movimientos, los que deberán ser seleccionados de acuerdo al SGP-02ELE-CRTTC-0001 Criterio – Diseño Eléctrico

7.2.2 REDUCTORES DE ENGRANAJE

Los reductores de velocidad por engranajes deberán cumplir, a lo menos, los siguientes aspectos:

- Los reductores de velocidad por engranajes, en general serán de fabricación normalizada con engranajes de hélice simple y preferentemente de ejes paralelos, diseñados, calculados y fabricados de acuerdo con el último estándar publicado por American Gear Manufacturer's Association (AGMA 6070), DIN, JSA u otras de nivel mundial. En caso de restricciones de espacio para la instalación de los reductores están permitidos los ejes en ángulo recto.
- El factor de servicio de la caja de engranajes deberá ser especificado según el tipo de servicio u operación a que será sometido y deberá ser concordante con el factor de servicio del motor.
- La potencia térmica de un reductor será siempre mayor que la potencia del sistema motriz que lo acciona, y será calculada teniendo en consideración el tipo de servicio, instalación y operación del equipo y la altitud del lugar que se especifica en el punto 8.1.1.
- Cada reductor tendrá una durabilidad mínima de 1,5 según la definición de AGMA y una resistencia, también definida por AGMA de 1,5 veces la potencia de durabilidad.
- Los reductores deberán ser capaces de soportar sobre torques momentáneos de a lo menos tres (3) veces el torque nominal del sistema motriz que los acciona.


 <p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE GESTIÓN ESTRATÉGICA DE CARTERA</p>	<p align="center">CRITERIO DISEÑO MECÁNICA</p>	<p>SGP-02MEC-CRTTC-00001</p> <p>Revisión: 2</p> <p>Vigencia: 31-03-2020</p> <p>Página :25 de 56</p>
---	---	--

- La lubricación de todos los engranajes y rodamientos del reductor, de preferencia, será mediante el sistema por borboteo.
- Los reductores de engranaje seleccionados, de preferencia deberán tener la capacidad de operar sin equipos y/o sistemas de enfriamiento externo. Aquellos que requieran de sistemas de bombas y/o ventiladores, deberán ser impulsados por el eje y montados en su carcasa.
- En las cajas reductoras donde los análisis de confiabilidad y/o mantenibilidad indiquen que son instalaciones críticas o de alta exigencia, se deberá considerar la instalación de sensores de temperatura y vibración para monitorear y controlar los equipos.
- La separación entre la parte superior e inferior de la caja de un reductor de engranajes pasará por la línea de centro de los ejes y rodamientos. La parte superior será removible para permitir sacar y reemplazar los engranajes, rodamientos y retenes. Se proveerán amplias ventanas de inspección para revisar los engranajes de alta, media y baja velocidad mientras los equipos estén en operación.
- En áreas de alta generación de polvo se proveerá, en todos los ejes que sobresalgan de la carcasa, una combinación de sellos de grasa y laberinto tipo "Taconite" con grasera independiente, que pueda ser lavado por el exterior con chorro de agua.
- Otros tipos de reductores de engranajes tales como los montados en el eje y los de sinfín y corona, pueden ser empleados cuando haya problemas de espacio. Estas opciones también pueden ser utilizadas en aplicaciones de baja potencia y en áreas limpias, sujeto a previa aprobación por parte de Codelco.

7.2.3 TRANSMISIONES POR CORREAS EN V Y POR CADENA

Las Transmisiones por Correas en V y por Cadena deberán cumplir, a lo menos, los siguientes aspectos:

- La especificación y uso de sistemas de transmisión de potencia por correas en V y por cadenas, deberán ser previamente aprobados por Codelco.
- En áreas de alta concentración de polvo, se evitará el uso de transmisiones por correas en V y por cadena de rodillos.
- El diseño de transmisiones deberán ser calculados con un factor de servicio mínimo de dos (2,0). Donde sea posible y, de manera preferente, las poleas y los piñones serán montados en los ejes con bujes cónicos, partidos para un fácil montaje y reemplazo.
- Las transmisiones por correas en V consistirán en a lo menos un juego de dos (2) correas. Se podrán utilizar correas integradas o sincronizadas, sujeto a la previa aprobación de Codelco.
- Todas las transmisiones por correas en V deberán tener protecciones que eviten accidentes a las personas.
- Todas las transmisiones por cadenas deberán tener protecciones que eviten accidentes a las

 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE GESTIÓN ESTRATÉGICA DE CARTERA</p> <p>CRITERIO DISEÑO MECÁNICA</p>	<p>SGP-02MEC-CRTTC-00001</p> <p>Revisión: 2</p> <p>Vigencia: 31-03-2020</p> <p>Página :26 de 56</p>
--	---	--

personas. Además, esta protección deberá servir de cárter para la lubricación de la cadena.

7.2.4 ACOPLAMIENTOS


Los Acoplamientos deberán cumplir, a lo menos, los siguientes aspectos:

- Los acoplamientos de los ejes de baja y alta velocidad de los reductores de velocidad serán del tipo de resiliencia torsional. Deberán ser diseñados para absorber desalineamientos angulares y desplazamientos transversales del extremo de los ejes.
- El acoplamiento del motor deberá absorber el desplazamiento longitudinal del motor dentro de los límites que impone el fabricante del motor. El proveedor especificará los límites de desalineamiento y desplazamiento de cada acoplamiento.
- La selección de un acoplamiento estará definida por el tamaño máximo de perforación admisible del cubo, la potencia requerida, por las revoluciones de giro y el factor de servicio de la aplicación.
- Los acoplamientos flexible serán usados hasta potencias de 37 kW, con un factor de 1,5 veces por sobre la potencia del motor.
- Los acoplamientos hidráulicos deberán ser usados cuando se requiera acelerar de forma suave grandes masas. Para instalaciones donde se requiera una protección contra sobrecarga y amortiguación de vibraciones de torsión, se deberán especificar acoplamientos de tipo básico de cámara de llenado constante.
- Los acoplamientos hidráulicos con cámaras de retardo normal, ampliada o con válvulas de distribución serán usados en sistemas donde se requieran arranques más suaves, el torque de los motores sea en función de la carga y/o se tengan altos deslizamientos.
- Los acoplamientos de tipo hidráulico con cámara de retardo, que limitan el torque del motor hasta un 150% del valor nominal, serán usados para potencias superiores a los 37 kW hasta 560 kW; por sobre este valor se deberá usar un sistema de control hidráulico.
- Los acoplamientos de tipo hidráulico deberán ser cubiertos completamente con una protección para evitar incidentes y daños en caso de estallidos.

7.2.5 VARIADORES DE VELOCIDAD Y VARIADORES DE FRECUENCIA AJUSTABLE

Los variadores de velocidad deberán ser usados considerando, a lo menos, los siguientes aspectos:

- Se permite el uso de variadores de frecuencia cuando un análisis técnico y económico recomiende su uso en reemplazo de un sistema de variación hidráulico.
- En general, los variadores de velocidad del tipo hidráulico no pueden ser especificados en instalaciones donde posibles derrames o filtraciones de aceite hidráulico del sistema, puedan

 <p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE GESTIÓN ESTRATÉGICA DE CARTERA</p>	<p align="center">CRITERIO DISEÑO MECÁNICA</p>	<p>SGP-02MEC-CRTTC-00001</p> <p>Revisión: 2</p> <p>Vigencia: 31-03-2020</p> <p>Página :27 de 56</p>
---	---	--

dañar los materiales del proceso productivo, por ejemplo, en plantas de extracción por solventes (SX) o de biolixiviación.

- Las aplicaciones de sistemas de variadores de frecuencia en sistemas regenerativos deben ser analizadas considerando lo indicado en el Criterio de Diseño Eléctrico de la Vicepresidencia de Proyectos.

7.2.6 RODAMIENTOS Y CAJAS DE RODAMIENTOS


Los Rodamientos y Soportes de Rodamientos deberán cumplir, a lo menos, los siguientes aspectos:

- Los rodamientos deben ser del tipo de bola o de rodillos, especificados para servicio pesado, de acuerdo con el último estándar AFBMA. Cuando se especifiquen rodamientos para áreas polvorientas, éstos serán montados en cajas de soporte con doble sello de triple laberinto tipo "Taconite" con los respectivos accesorios para lubricación.
- Se tomarán las provisiones para lubricar con grasa los rodamientos no sellados. Cuando el espacio para hacerlo sea restringido, se instalarán líneas de engrase hasta un lugar accesible en donde las graseras se agruparán para una fácil operación. Donde los ejes terminan con rodamientos, la caja de rodamientos deberá tener tapas de sello a prueba de polvo.
- La selección de los rodamientos estará basada en la vida útil definida como L10, según se indica en la siguiente tabla, y serán calculados para la máxima velocidad y carga radial resultante de la potencia nominal del motor. Esta tabla es adecuada para aplicaciones de servicio severo tales como manejo de minerales, plantas de chancado, concentradoras, fundiciones, plantas de extracción por solventes (SX), etc. Para aplicaciones de menor exigencia los valores de la tabla pueden ser modificados, previa autorización de Codelco.

Tabla 7-5 L10 Mínimo

Equipo Mecánico	L10 Mínimo (horas)
Tecles y Grúas de Mantenimiento	30 000
Transmisiones por engranaje o combinadas	60 000
Ventiladores	60 000
Bombas	60 000
Poleas de Correas Transportadoras	80 000
Polines de Correas Transportadoras	60 000
Harneros	80 000
Compresores, ventiladores de proceso, turbinas	100 000
Motores Hidrostáticos	20 000

- En toda aplicación que sea posible, los rodamientos serán del tipo autoalineantes.

 <p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE GESTIÓN ESTRATÉGICA DE CARTERA</p>	<p>CRITERIO DISEÑO MECÁNICA</p>	<p>SGP-02MEC-CRTTC-00001</p> <p>Revisión: 2</p> <p>Vigencia: 31-03-2020</p> <p>Página :28 de 56</p>
---	--	--

- Las cajas de rodamientos deben ser del tipo partido horizontalmente y tener perforaciones oblongas para ser montados en la estructura soportante. Las cajas deben tener cuatro (4) pernos de fijación a la estructura soportante. Donde se suministren placas para los descansos, éstas deberán tener pernos de ajuste para facilitar la ubicación y alineamiento del soporte del descanso.
- En las instalaciones donde sea posible, se instalarán sistemas de lubricación del tipo automáticos, los que deberán tener estanques dimensionados de tal manera que permitan extender los períodos de relleno. Los estanques serán suministrados con indicadores de nivel de buena resolución y controles de nivel de tipo automático.


7.2.7 SISTEMAS HIDRÁULICOS Y NEUMÁTICOS DE POTENCIA

Los sistemas hidráulicos y neumáticos de potencia serán diseñados en conformidad con el estándar "Hydraulic Standard for Industrial Equipment" de la norma Joint Industry Council (JIC), los estándares vigentes de "National Fluid Power Association" (NFPA) y la última edición del estándar ANSI B93 del "Hydraulic Standard for Industrial Equipment", según sea la aplicación.

Sistemas Hidráulicos de Potencia

Los sistemas hidráulicos deberán cumplir, a lo menos, los siguientes aspectos:

- Todos los componentes hidráulicos serán aprobados para el fluido recomendado por el proveedor del equipo de acuerdo a la especificación técnica correspondiente.
- Los circuitos hidráulicos serán diseñados y sus componentes seleccionados para soportar y minimizar los golpes de presión y la generación de calor.
- De requerirse enfriadores para el fluido hidráulico, éstos serán externos y estarán provistos con válvulas de flujo controladas por temperatura y termómetros. Se prefieren los sistemas de enfriamiento por aire.
- Los filtros del lado de succión de las bombas serán del tipo duplex con cartuchos removibles de 40 micrones, completos con trampa magnética, derivación (by-pass) interna e interruptor de presión diferencial. Se deberán realizar los cálculos hidráulicos en la succión de las bombas de manera de asegurar que no se producirá cavitación.
- Los estanques de sistemas hidráulicos deberán ser diseñados previniendo la entrada de materias extrañas al circuito, incluyendo el agua. La capacidad del estanque será suficiente para contener todo el fluido hidráulico que drenará por gravedad, manteniendo el nivel del fluido en el estanque a la altura adecuada de trabajo, durante el ciclo de operación y alimentación del sistema por un mínimo de tres (3) minutos. El estanque deberá ser suministrado con indicador de nivel, alarma de bajo nivel, termómetro, separador de partículas magnético, malla de llenado, respirador, fondo con pendiente con válvula de drenaje y sistema de calentamiento de fluido si se requiere. Todas las líneas hidráulicas que retornan al estanque deberán descargar el fluido en un depósito


 <p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE GESTIÓN ESTRATÉGICA DE CARTERA</p>	<p align="center">CRITERIO DISEÑO MECÁNICA</p>	<p>SGP-02MEC-CRTTC-00001</p> <p>Revisión: 2</p> <p>Vigencia: 31-03-2020</p> <p>Página :29 de 56</p>
---	---	--

fabricado de mallas para atrapar partículas metálicas y evitar su retorno al circuito.

- Los aceites para sistemas hidráulicos deben cumplir los códigos de limpieza indicados por los fabricantes, según la última versión de la norma ISO 4406. Lo anterior también se debe cumplir antes de la puesta en marcha, durante la operación normal y en los cambios y rellenos de aceite.
- Las bombas serán acopladas directamente a los estanques, y la succión será de tipo inundada. Deberá proveerse un manómetro en la zona de succión de la bomba. El motor de las bombas será dimensionado para operar continuamente al 120% de la presión de operación del sistema.
- Todas las líneas serán con tubos recocidos, estirados en frío, sin costura. Los elementos de conexión serán del tipo estándar, abocinados en 37° o similar. Las cañerías serán soportadas firmemente por medio de apoyos adecuados y no serán usadas para soportar los componentes de los circuitos hidráulicos.
- Las mangueras tendrán tubos interiores, sin unión, de un material compatible con el fluido que contengan. El refuerzo será de alambre de acero con capacidad de soportar 100 000 ciclos como mínimo. Los accesorios serán montados con prensa o del tipo reutilizable directamente fijados al refuerzo de alambre.
- Las conexiones de los terminales de manguera serán fabricadas para soportar cinco (5) veces la presión de trabajo. No se aceptarán mangueras de una sola malla de refuerzo. Los extremos de mangueras flexibles deberán tener terminales verticales con suficiente longitud para evitar dobleces agudos. Las conexiones horizontales son aceptables solamente cuando las mangueras están debidamente apoyadas.
- Los motores hidráulicos tendrán derivaciones de alivio de presión. Todos los componentes de la transmisión tendrán un factor de servicio de 1,5, basado en el torque calculado del motor hidráulico.
- Las válvulas hidráulicas estarán soportadas en una base, prefiriéndose el empleo de un bloque múltiple de interconexión. Las válvulas de control direccionales también serán montadas en una base y operadas por un actuador. Las válvulas de regulación tendrán un dispositivo que asegure y mantenga la posición de ajuste.
- Todos los componentes del sistema tendrán un diseño mínimo de 150% de la presión máxima de servicio.
- Los fluidos hidráulicos resistentes al fuego serán utilizados solamente cuando expresamente así se señale en la hoja de datos de la especificación del equipo.
- Todos los componentes del sistema, como mangueras, sellos, retenes y otros, serán compatibles con el tipo de fluido hidráulico recomendado.
- Los cilindros hidráulicos serán para servicio pesado.

Sistemas Neumáticos de Potencia

La impresión de este documento se considera una **COPIA NO CONTROLADA**; su versión vigente está disponible en la **Biblioteca SGP**. Se prohíbe su reproducción y exhibición, sin el consentimiento de CODELCO Chile.

 <p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE GESTIÓN ESTRATÉGICA DE CARTERA</p>	<p>CRITERIO DISEÑO MECÁNICA</p>	<p>SGP-02MEC-CRTTC-00001</p> <p>Revisión: 2</p> <p>Vigencia: 31-03-2020</p> <p>Página :30 de 56</p>
---	--	--

- Todos los componentes de un sistema neumático serán diseñados para un mínimo de 150% de la presión de operación máxima de servicio.
- Las líneas de aire deberán tener acondicionadores, secadores, filtros, reguladores y lubricadores para asegurar la máxima duración de los componentes de los sistemas neumáticos de potencia.

7.2.8 ESTANQUES, SUMIDEROS, CANALETAS Y CAJONES

7.2.8.1 ESTANQUES

El diseño de estanques atmosféricos y modificaciones a estanques metálicos atmosféricos existentes estará de acuerdo a las recomendaciones incorporadas en este Estándar.


Los estanques de almacenamiento de fluidos deberán tener sistemas de cañerías diferentes para la alimentación del estanque y para la operación normal de descarga del mismo, además deberán tener en forma separada cañerías de descarga que permitan el drenado total del estanque.

Los estanques para ácido sulfúrico deberán cumplir con el estándar NACE RP-0294.

Los estanques de almacenamiento de agua serán diseñados de acuerdo al estándar AWWA D100 (Welded Steel Tanks for Water Storage), en el caso que sea aplicable. Además de las conexiones de alimentación y salida, los estanques serán provistos de conexiones de rebalse y en el caso de estanques cerrados con conexiones de ventosas.

El dimensionamiento de las conexiones de las ventosas estará basado en el máximo caudal de entrada empleando la fórmula de flujos en orificios o boquillas, tomando en consideración el mínimo borde libre disponible, y serán dimensionadas de acuerdo a los requerimientos de API 2000.

- Todos los estanques serán suministrados con conexiones de cañerías para drenajes y reboses. Las boquillas de drenaje serán instaladas de manera tal que permitan el vaciado total del estanque.
- Se instalarán rompedores de vórtices para prevenir sus efectos donde no es posible mantener la sumergencia requerida de las bombas.
- Todos los estanques atmosféricos deberán ser diseñados de acuerdo con la norma API-650, para presiones de diseño de 0,0 kPa a 17,2 kPag (2,5 psig), API 620 para presiones de diseño superiores a 17,2 kPag (2,5 psig) hasta 103,4 kPag (15 psig) y ASME VIII Div 1 para presiones de diseño superiores a 103,4 kPag (15 psig).
- Condiciones de operación con líquidos abrasivos y/o corrosivos, pueden requerir la especificación revestimientos de goma o elastómeros para estanques de acero carbono o materiales antiácidos para la fabricación de los estanques.
- Para estanques de almacenamiento de agua, referirse al Estándar de Diseño de Cañerías, SGP-

 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE GESTIÓN ESTRATÉGICA DE CARTERA</p> <p>CRITERIO DISEÑO MECÁNICA</p>	<p>SGP-02MEC-CRTTC-00001</p> <p>Revisión: 2</p> <p>Vigencia: 31-03-2020</p> <p>Página :31 de 56</p>
--	---	--

02CAN-STDTC-00002.

7.2.8.2 SUMIDEROS

- En los sumideros con el objeto de evitar la cavitación se deberá considerar un adecuado NPSHA.
- Los sumideros de concreto y de acero ubicados sobre terreno con bombas centrífugas horizontales y que contengan material fino (< 6 mm), serán de planta rectangular, con costados verticales y pared trasera inclinada. La pared trasera tendrá una inclinación de 50° sobre la horizontal, siempre que no se indique lo contrario en los planos de diseño. El borde libre del sumidero estará ubicado a una altura mínima de 0,30 m sobre el nivel de líquido para la condición de máximo nivel de rebose. Generalmente el tamaño del rebose no será inferior a un diámetro respecto al tamaño de la boquilla de succión, sin embargo, para reboses mayores a 762 mm, el diámetro será definido para una velocidad mínima 3.7 m/s.
- Los sumideros de proceso con capacidad de 1,9 m³ o mayor, serán diseñados con reboses tipo vertedero y cajón recolector con salida inferior.
- Los sumideros que deban contener material grueso (> 6 mm) serán fabricados en acero fundido embebidos en hormigón, con paredes verticales y/o inclinadas. Los sumideros que deban contener material fino y concentrado se fabricarán tanto en planchas de acero carbono como en hormigón. Las tomas para instrumentos serán lo más corta posible, a fin de evitar puntos de estancamientos de material sólido. Las boquillas enflanchadas serán soldarán directamente a las paredes del sumidero (o se embeberán en las paredes de los sumideros en hormigón), los sumideros deberán contar con conexiones para lavado a presión. Todos elementos embebidos en el hormigón del sumidero, como boquillas para cañerías, deberán ser de tamaño adecuado para permitir el reemplazo de los insertos removibles.

7.2.8.3 CANALETAS

- El diseño hidráulico de las canaletas se detalla en el documento Criterio de Diseño de Cañerías, SGP-02CAN-CRTTC-00001.


7.2.8.4 CAJONES DE TRASPASO, CAJONES DE MUESTREO Y DISTRIBUIDORES

- El diseño hidráulico de estos equipos se detalla en el documento Criterio de Diseño de Cañerías, SGP-02CAN-CRTTC-00001.

7.2.9 TECLES Y GRÚAS

- Los puentes grúa eléctricos deberán cumplir con las normas Crane Manufacturer's Association of America especificación CMAA N° 70 y 74, DIN y FEM.
- Las grúas para mantenimiento serán clase B, con botonera de control colgante y desplazable a lo

La impresión de este documento se considera una **COPIA NO CONTROLADA**; su versión vigente está disponible en la **Biblioteca SGP**. Se prohíbe su reproducción y exhibición, sin el consentimiento de CODELCO Chile.

 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE GESTIÓN ESTRATÉGICA DE CARTERA</p> <p>CRITERIO DISEÑO MECÁNICA</p>	<p>SGP-02MEC-CRTTC-00001</p> <p>Revisión: 2</p> <p>Vigencia: 31-03-2020</p> <p>Página :32 de 56</p>
--	---	--

largo de todo el puente, y/o con control remoto.

- Las grúas del tipo colgante serán empleadas solamente para servicio liviano. Las grúas que posean una gran luz pueden ser soportadas en tres rieles, pero la relación de la luz total a la longitud de las testeras no excederá de 7:1.
- Se deberá prever todas las instalaciones necesarias que permitan el acceso y mantenimiento de todos los componentes de los puentes grúa incluyendo los accionamientos de las testeras y carro. Esto también es válido para los tecles.
- Los tecles de servicio con alturas de levante superiores a 3 m, serán motorizados. Los tecles pueden ser operados manualmente para desplazamientos cortos o para usos ocasionales. Los tecles deberán cumplir con las especificaciones de Hoist Manufacturing Institute.

7.3 CORREAS TRANSPORTADORAS


Consideraciones Generales para el Diseño

- El diseño mínimo aceptable para las correas transportadoras será de acuerdo con los estándares Conveyor Equipment Manufacturer's Association (CEMA) y DIN. Cuando las directrices de CEMA sean excedidas por las prácticas aplicables a las máquinas industriales de servicio pesado o por el criterio señalado en la especificación del equipo, se aplicará un criterio definido en base al CFQ correspondiente (por ejemplo, comparación técnica y económica con la norma DIN 22101).
- Los cálculos de diseño para cada correa transportadora serán realizados por el proveedor, y enviado para revisión de ingeniería, por parte de Codelco, previo a la fabricación del equipo. Los cálculos de diseño de correas transportadoras realizados con programas computacionales especializados, deberán ser verificados con cálculos manuales u otros programas de computación de tipo estándar, aprobados por Codelco. Todos los datos de entrada y salida en los programas especializados deberán ser entregados por el proveedor, como también las fórmulas empleadas y las bases de cálculo. También se deberá entregar un esquema de la correa transportadora que muestre los puntos singulares utilizados para la aplicación de las bases de cálculo.
- Para el diseño de correas transportadoras se deberá utilizar la Especificación Técnica de correas Transportadoras y Electromagnetos N°SGP-02MEC-ESPTC-00004

7.4 ALIMENTADORES

7.4.1 GENERAL

- Los alimentadores serán de velocidad ajustable ya sea por unidades hidráulicas o por unidades motrices de frecuencia variable. La selección entre estos sistemas estará basada en la disponibilidad de espacio, características del ambiente de trabajo y en consideraciones de tipo económicas.

 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE GESTIÓN ESTRATÉGICA DE CARTERA</p> <p>CRITERIO DISEÑO MECÁNICA</p>	<p>SGP-02MEC-CRTTC-00001</p> <p>Revisión: 2</p> <p>Vigencia: 31-03-2020</p> <p>Página :33 de 56</p>
--	---	--


- El tamaño de la abertura del buzón hacia el alimentador será, en cualquier dirección, al menos 2,5 veces el tamaño del trozo más grande de material y estará dotado de chute y caja de piedra con el objeto de minimizar la carga estática sobre el alimentador. La boca de descarga será ahusada (ancho creciente) con una inclinación de auto desbloqueo en la dirección de desplazamiento del alimentador.
- Se considerará la utilización de barras u otro sistema igualmente aprobado para retener la carga material en forma segura cuando se haga mantenimiento al alimentador. Los sistemas para instalar y sacar las barras deberán ser accionados con sistemas hidráulicos de potencia.
- El diseño de los alimentadores, posición e instalación deben garantizar las condiciones de flujo másico óptimo para los silos y/o acopios donde están montados, de manera de evitar las cargas muertas (ratholes).
- Las gualderas, carcasa y chutes de alimentación deberán ser recubiertas con corazas de material resistente a la abrasión de acuerdo a lo indicado en el punto 7.5.
- La carga estática de diseño debe ser una columna de material que esté sobre el alimentador hasta una altura igual a 1,6 veces el ancho de la abertura de alimentación. (salvo que el material posea una alta humedad, en cuyo caso deberá considerarse una eventual presión hidrostática sobre el alimentador y las paredes del buzón o silo)

7.4.2 ALIMENTADOR TIPO ORUGA

- Los alimentadores tipo oruga serán para servicio pesado con placas de acero resistente a la abrasión. Su velocidad no excederá de 15 m/min.
- Estos alimentadores se instalarán de preferencia en forma horizontal, excepto cuando las condiciones de diseño exijan una inclinación.
- Las gualderas del alimentador deben estar aproximadamente 150 mm más alto que la mayor altura que puede alcanzar la cama de material y ubicadas de tal forma que dejen una tolerancia de a lo menos 50 mm hacia el borde de las placas. Las gualderas deben ser fuertemente reforzadas y revestidas con corazas resistentes a la abrasión.
- Se instalará una correa colectora debajo de este tipo de alimentador para manejar el material fino que pasa a través de las placas.

7.4.3 ALIMENTADORES DE CINTA

- Los alimentadores de cinta serán contruidos para servicio pesado, la correa será soportada en polines planos revestidos con goma, espaciados tan cerca como sea posible para absorber las cargas propias del servicio especificado. Los polines de impacto serán del tipo eje vivo, montados sobre descansos.
- La cinta será preferentemente de cable acero, con cubiertas superior e inferior para servicio

	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE GESTIÓN ESTRATÉGICA DE CARTERA</p> <p>CRITERIO DISEÑO MECÁNICA</p>	<p>SGP-02MEC-CRTTC-00001</p> <p>Revisión: 2</p> <p>Vigencia: 31-03-2020</p> <p>Página :34 de 56</p>
---	---	--

pesado.

- El ancho entre gualderas no será mayor del 70% del ancho de la cinta. La distancia entre el borde de la cinta y la parte interior de la gualdera no será menor que 275 mm.
- Este tipo de alimentadores serán diseñados con velocidad variable. La velocidad de diseño no excederá los 0,5 m/s.
- La potencia requerida para los alimentadores de correa será calculada de acuerdo con la siguiente fórmula u otra aprobada por Codelco.

$$P = \frac{2 * C * W^2 * L * d * V}{102} + P_1 \text{ [kW]}$$

Dónde:

C : Factor de corte, 0,8 para mineral grueso

W : Ancho promedio de la boca de descarga en [m]

L : Largo de la boca de descarga en [m]

d : Densidad del mineral en [kg/m³]

V : Velocidad en [m/s]


P₁ : Potencia requerida para llevar material desde el final de la boca de descarga hasta la polea de cabeza. Incluye el roce en gualderas y raspadores [kW]

7.4.4 TRANSPORTADORES DE TORNILLO

- La capacidad del diseño debe estar basada en una carga del 45% del área de la sección transversal del transportador para material no abrasivo, 30% para el material moderadamente abrasivo y 15% para el material altamente abrasivo. Este último requiere paletas de superficie dura.
- Se podrán hacer modificaciones al transportador básico de tornillo helicoidal para incluir junto con el transporte, algunos tratamientos deseados para la carga en tránsito. Por ejemplo, usar paletas ranuradas para una acción de mezcla moderada, paletas cónicas para el material en terrones desmenuzables para arrastrar el material en forma uniforme en toda la longitud de la abertura de la tolva, paletas de paso largo para un rápido transporte del material de fácil escurrimiento, o transportador de tornillo de paso corto con doble paleta para contener el flujo de materiales muy fluidos. Cada vez que sea posible, se deben evitar diseñar los tornillos con descansos intermedios.

7.4.5 ELEVADORES DE CAPACHOS

- La utilización de los elevadores de capachos será considerada en el diseño solamente si las

 <p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE GESTIÓN ESTRATÉGICA DE CARTERA</p>	<p>CRITERIO DISEÑO MECÁNICA</p>	<p>SGP-02MEC-CRTTC-00001</p> <p>Revisión: 2</p> <p>Vigencia: 31-03-2020</p> <p>Página :35 de 56</p>
---	--	--


correas transportadoras convencionales no pueden ser empleadas por razones de espacio.

- Las capacidades del diseño se deben basar en el 75% del volumen del balde o capacho, pero los cálculos de potencia deben considerar los baldes llenos.
- Se deben usar elevadores de descarga centrífuga, con balde espaciado para manipular el material fino de fácil escurrimiento para que pueda salir de la caja de carga del elevador. Se debe seleccionar la velocidad adecuada para la descarga del material.
- El elevador de descarga positiva, con balde espaciado se debe usar para material liviano, polvoriento o pegajoso. La velocidad de operación es de alrededor 0,51 m/s.
- Los elevadores con balde continuo se deben usar para manipular materiales pesados y tamaños de terrones más grandes que los baldes espaciados. Generalmente operan a velocidades de 0,51 m/s.
- Los baldes montados en cintas se deben usar para manipular material de tamaño pequeño. Los baldes montados en cadenas se deben usar para manipular material húmedo o en terrones.
- Los tensores deben ser del tipo perno ajustable manualmente o del tipo gravitacional de auto-ajuste. Si el material tiende a aglomerarse o si se requiere de limpieza frecuente, los tensores deberán ubicarse en el extremo de la cabeza del elevador.
- Se habilitará un acceso al mecanismo del eje principal y a los baldes. Se considerará un panel removible en una sección intermedia y que sea accesible desde un nivel de plataforma cercano. Debe haber un fácil acceso al eje de la cola y a la sección de la caja de carga.

7.5 CHUTES DE TRANSFERENCIA, TOLVAS BUZONES, GUALDERAS Y CORAZAS

7.5.1 GENERAL

- El diseño de chutes deberá ser realizado mediante el uso de softwares especializados para la modelación del escurrimiento de los materiales, para asegurar el flujo de descarga controlada y minimizar la segregación.
- Toda vez que sea posible, los chutes serán de diseño estándar con un ancho mínimo igual al ancho de la polea más 150 mm.
- Los chutes de transferencia serán diseñados y contruidos con puertas de inspección selladas para evitar la salida de polvo. Donde sea requerido se proveerá el espacio para la instalación de trampas de metal del tipo suspendido.
- En los chutes se preferirá los diseños de tipo apernados, para facilitar la instalación, mantenimiento y/o desmontaje.
- En los chutes de transferencia de construcción soldada, se diseñarán juntas de unión con flanges para facilitar la instalación, mantenimiento y/o desmontaje.

 <p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE GESTIÓN ESTRATÉGICA DE CARTERA</p>	<p align="center">CRITERIO DISEÑO MECÁNICA</p>	<p>SGP-02MEC-CRTTC-00001</p> <p>Revisión: 2</p> <p>Vigencia: 31-03-2020</p> <p>Página :36 de 56</p>
---	---	--


- Se dará especial consideración al diseño de sistemas de supresión y/o captación de polvo en todos los puntos de transferencia. Se considerará una distancia mínima de decantación del polvo igual a 1,5 segundos de recorrido de la cinta o tres (3) veces el ancho de la correa. Donde se instalen campanas para colección de polvo en sectores de gualderas, la altura deberá ser mayor que el normal para permitir una decantación del polvo.

7.5.2 ACOPIOS, TOLVAS Y SILOS

- En el diseño de acopios, tolva y silos, se usará el concepto de resistencia cohesiva, para determinar la fluidez del material, el ángulo de resistencia interna, las dimensiones mínimas para aberturas de tolvas con el objeto de evitar arcos y colgamientos del material.
- Se debe especificar el ángulo de fricción interna para el trabajo y servicio especificado
- La apertura mínima de las tolvas, para material chancado, será tres (3) a cuatro (4) veces el diámetro del bolón de mayor tamaño.
- Las tolvas que almacenan polvo tendrán paredes con una inclinación mínima de 70° medidos desde el plano horizontal. Todas las tolvas serán diseñadas con la capacidad de carga viva basada sobre el plano horizontal de mineral en todas las direcciones.
- La descarga de los acopios será diseñada para obtener un flujo expandido de material. Esto es, la descarga de las tolvas operará a flujo másico con las descargas totalmente abiertas. En este caso, las tolvas expandirán el flujo tipo canal a una dimensión más grande que el diámetro crítico evitando el colgamiento de la carga de mineral.

7.5.3 DISEÑO DE GUALDERAS

- En todos los puntos de transferencia se instalarán gualderas, debidamente diseñadas para minimizar la entrada de material u otros materiales extraños entre ellas y la cinta. La goma de las gualderas será ajustable con mordaza de acción rápida o diseño similar. La goma de la gualdera será más blanda que la de la cinta.
- El diseño de los chutes y tolvas deberá evitar que el mineral o el polvo sea descargado directamente contra las gualderas.
- En correas horizontales, el largo de las gualderas en un punto de carga será, a lo menos 1,0 m por cada 1,0 m/s de velocidad de la correa, medida desde el punto de impacto. Las gualderas serán de mayor largo, dependiendo del ángulo de inclinación de la correa en el punto de carga.
- Las correas transportadoras que tengan puntos múltiples de carga tendrán una gualdera continua abarcando todos los puntos de carga.
- Todas las gualderas sometidas a desgaste por materiales abrasivos serán revestidos con materiales resistentes a la abrasión de acuerdo a esta sección.

 CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS	CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE GESTIÓN ESTRATÉGICA DE CARTERA CRITERIO DISEÑO MECÁNICA	SGP-02MEC-CRTTC-00001 Revisión: 2 Vigencia: 31-03-2020 Página :37 de 56
--	--	---

7.5.4 DISEÑO DE PLACAS DE DESGASTE

- Los chutes, tolvas, buzones y gualderas sujetas a desgaste serán recubiertos con corazas resistentes a la abrasión, reemplazables. Los lugares que no están expuestos a impacto tendrán corazas fijadas con soldadura de tapón. Todas las otras serán apernadas. Las corazas reemplazables no pesarán más de 35 kg y se emplearán cuatro (4) pernos de cabeza avellanada para su fijación. Las corazas que pesen 23 kg o menos tendrán dos (2) pernos de cabeza avellanada. Los siguientes materiales para corazas se entregan como referencias recomendadas.

Tabla 7-6 Materiales Antiabrasivos


Fuente de Desgaste	Material
Alta abrasión y alto impacto	AR T 500
Alta abrasión sin impacto	Acero laminado de alto contenido de Cr o cerámica de alta alúmina
Abrasión moderada	Acero fundido Ni-Hard
Abrasión suave	Acero resistente a la abrasión soldable (360 a 600 BHN), poliuretano, polietileno de ultra lato peso molecular (UHMWPE) para material fino (seco o húmedo hasta 6%)

7.5.5 ASPECTOS DE MANEJO DE MATERIALES CHANCADOS

- El diseño de los chutes de transferencia debe asegurar una transferencia suave del material en la dirección del flujo y minimizar el impacto sobre las correas. En su diseño se considerarán cajas de piedra con el objeto de minimizar su desgaste, evitar el impacto directo sobre la cinta y centrar la carga en la correa.
- En los sectores donde el material estará en contacto con las paredes del chute, se deben instalar revestimientos metálicos con alta resistencia a la abrasión, elastómeros y/o cerámicos, dependiendo del tipo de material.
- Como la degradación del material no es mayor problema con el mineral chancado, se pueden usar chutes de alta velocidad, con el objeto de seleccionar correas más angostas, con alta capacidad de carga y velocidad.

7.5.6 ASPECTOS ESPECÍFICOS DE MANEJO DE MATERIALES AGLOMERADOS

- Los chutes deben ser diseñados para asegurar una transferencia suave de material en la dirección del flujo. Los chutes serán diseñados para minimizar el desgaste, la caída directa en la correa del material aglomerado y centrar la carga en la correa.
- En los sectores donde el mineral está en contacto con las paredes del chute, se deben usar

 <p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE GESTIÓN ESTRATÉGICA DE CARTERA</p>	<p align="center">CRITERIO DISEÑO MECÁNICA</p>	<p>SGP-02MEC-CRTTC-00001</p> <p>Revisión: 2</p> <p>Vigencia: 31-03-2020</p> <p>Página :38 de 56</p>
---	---	--


revestimientos de cerámica de alta alúmina. La velocidad del impacto del mineral aglomerado, cuando se transfiere o se apila, deberá ser inferior a la velocidad límite que rompe el aglomerado o velocidad de desagregación por impacto.

7.6 CHANCADORES

7.6.1 CHANCADOR PRIMARIO

- En operaciones mineras se considerará la especificación de chancadores primarios del tipo giratorio, HPGR, Sizer entre otros, para servicio extra pesado. En operaciones mineras subterráneas, y en función de la capacidad requerida, podrán especificarse chancadores primarios rotatorios para servicio extra pesado, con ajuste hidráulico o chancadores primarios de mandíbula para servicio extra pesado. También es factible utilizar chancadores de bajo perfil en general, siempre y cuando cumplan con el requerimiento de aceptación de propuesta TRL = 7, además de chancadores giratorios que incluyan innovaciones o mejoras tecnológicas que permitan minimizar los costos de construcción en las excavaciones mineras e infraestructura de montaje y operación.
- Los controles de operación y seguridad deben ser automáticos y de última generación.
- De acuerdo recomendaciones de la SME (Society of Mining Engineers), el buzón de carga del chancador primario deberá tener, a lo menos, una capacidad de carga viva equivalente al volumen de dos (2) camiones de los de mayor capacidad que serán usados en su alimentación. La operación normal debe considerar el vaciado del buzón y comprobar que no existen bolones previos al vaciado de un nuevo camión.
- La tolva de compensación del material chancado deberá tener una carga viva equivalente al volumen de dos (2) camiones de los de mayor capacidad que serán usados en su alimentación, dejando los espacios necesarios para el mantenimiento de la excéntrica. El proveedor deberá suministrar un carro móvil motorizado para el adecuado servicio de mantenimiento y remoción de la excéntrica.
- Se deben instalar sensores de nivel alto y alto-alto con alarma y enclavamiento, bajo del chancador para prevenir daños por posibles fallas del alimentador que descarga el buzón de compensación. Se debe proveer un interruptor de bajo nivel para detener la operación del alimentador que descarga el mineral chancado del buzón, para mantener una capa de mineral que proteja la cinta del alimentador. También deben proveerse semáforos para autorizar la descarga de mineral de los camiones con el objeto de regular el flujo de carga al buzón.
- Los chancadores se deberán diseñar de acuerdo a lo establecido en el documento “Especificación Equipos de Chancado y Molienda Fina”, SGP-02MEC-ESPTC-00002.

7.6.2 CHANCADORES SECUNDARIOS Y TERCIARIOS

 <p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE GESTIÓN ESTRATÉGICA DE CARTERA</p>	<p align="center">CRITERIO DISEÑO MECÁNICA</p>	<p>SGP-02MEC-CRTTC-00001</p> <p>Revisión: 2</p> <p>Vigencia: 31-03-2020</p> <p>Página :39 de 56</p>
---	---	--


- Los chancadores secundarios y terciarios serán del tipo cono, especificados para servicio extra pesado. Todas las unidades tendrán sistemas automáticos de regulación del ajuste.
- Los controles de operación y seguridad deben ser automáticos y de última generación.
- El diseño y operación de los sistemas hidráulicos para el ajuste operacional y para los sistemas de seguridad serán completos e independientes, como lo indicado para el chancador primario.
- Los chancadores se deberán diseñar de acuerdo a lo establecido en el documento “Especificación Equipos de Chancado y Molienda Fina”, SGP-02MEC-ESPTC-00002.

7.7 MOLINOS

- En el diseño de los molinos se deberá realizar un análisis de elementos finitos (FEM). En el diseño estructural se deberá considerar el porcentaje de carga de proceso, el que debe incluir el porcentaje de carga de bolas. Además, para el 100% del consumo de potencia, se deberá considerar el porcentaje de carga, el que también incluirá el porcentaje de carga de bolas, para determinado porcentaje de la velocidad crítica del molino, más el porcentaje de sólidos correspondiente.
- El diseño deberá entregar los cálculos de potencia para los diferentes porcentajes de volumen total de carga de operación que tendrán los molinos. También se deberán entregar las velocidades del molino con sus curvas de variación de torque. Los cálculos de potencia y torque deberán ser realizados para los rangos de 50 a 90% de la velocidad crítica.
- El chute de alimentación será revestido, de tipo móvil y con sistema de anclaje.
- Los “trommels” de descarga de los molinos deberán ser completos e incluir un marco estructural giratorio. Los paneles de mallas serán con sujeciones que permitan un rápido reemplazo. Las aberturas deberán ser cónicas y estarán orientadas circunferencialmente. Todas las estructuras de los trommels en contacto con sólidos deberán ser revestidas con elastómeros.
- Los chutes de alimentación deberán ser diseñados con caja de piedras (rock box), con flanges inclinados adecuados para instalar bajo la correa de alimentación y diseñado para remoción fácil. El chute estará montado en un carro estructural con ruedas, mecanismos de fijación, cajas de contrapeso y topes. Los chutes serán revestidos con revestimientos resistentes a la abrasión.
- Los molinos se deberán diseñar de acuerdo a lo establecido en el documento “Especificación Equipos de Chancado y Molienda Fina”, SGP-02MEC-ESPTC-00002

7.8 HARNEROS VIBRATORIOS


- Los harneros vibratorios serán contruidos en acero, con varias pendientes tipo “banana”, para servicio extra pesado. El diseño deberá incluir un eje con doble excitatriz de movimiento lineal, con regulación en terreno, basado en el movimiento de masas excéntricas.

 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE GESTIÓN ESTRATÉGICA DE CARTERA</p> <p>CRITERIO DISEÑO MECÁNICA</p>	<p>SGP-02MEC-CRTTC-00001</p> <p>Revisión: 2 Vigencia: 31-03-2020 Página :40 de 56</p>
--	---	--

- En las plantas de proceso se favorecerá la instalación de harneros vibratorios tipo banana, con excepción de los que van instalados en la descarga de molinos donde se instalarán harneros tradicionales.
- Los harneros deberán tener la posibilidad de ajustar la carrera de las excitatrices y modificar la frecuencia de vibración.
- Se deberá instalar un interruptor de velocidad cero para detener el motor en el evento de un corte en los sistemas motrices.
- Los harneros deberán tener “snubbers” para minimizar las oscilaciones durante las partidas, detenciones y períodos transientes, para prevenir daños en los chutes y/o estructuras.
- Los chutes de alimentación a los harneros deberán ser diseñados de manera que provean una distribución del material de proceso a todo el ancho de los harneros.
- Los tubos donde están los ejes de los harneros, deberán estar protegidos con elementos de desgaste apernados.
- Los diseños de los marcos de los harneros deberán posibilitar la instalación de paneles con mallas de alambre y de poliuretano.
- Los sistemas para fijación de las mallas deberán del tipo apernado para un rápido cambio de los paneles con mallas.
- Todos los elementos estructurales en contacto con los materiales de proceso deberán ser revestidos con materiales anti abrasivos.
- Los encerramientos superiores de polvo serán de secciones apernados e incluirán puertas de inspección para limpieza y mantención de las mallas superiores.
- Los harneros se deberán diseñar de acuerdo a lo establecido en el documento “Especificación Equipos de Chancado y Molienda Fina”, SGP-02MEC-ESPTC-00002

7.9 HIDROCICLONES

- El número de ciclones y sus dimensiones serán definidas con base en los diagramas de flujo de proceso.
- Los hidrociclones serán dispuestos en un arreglo circular con un distribuidor de presión y válvulas de aislamiento de accionamiento neumático.
- Los ciclones deberán disponerse en baterías sobredimensionadas para contener hasta un 25% adicional de unidades. De las unidades realmente instaladas, dos deberán permanecer en modo stand-by, habilitadas para funcionamiento mediante el simple accionamiento de la válvula de entrada.
- Los ciclones deberán instalarse de manera que puedan desmontarse en forma individual mediante

 <p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE GESTIÓN ESTRATÉGICA DE CARTERA</p>	<p>CRITERIO DISEÑO MECÁNICA</p>	<p>SGP-02MEC-CRTTC-00001</p> <p>Revisión: 2</p> <p>Vigencia: 31-03-2020</p> <p>Página :41 de 56</p>
---	--	--

la desconexión de un mínimo de pernos. En los extremos de descarga deberá utilizarse abrazadera de conexión siempre que sea posible.

- Los ciclones deberán ser fabricados en secciones transversales, y seleccionados de manera que puedan contener el espesor necesario de revestimiento a todo su largo y posibilitar su reemplazo parcial o el empleo de combinaciones de material.

7.10 CELDAS DE FLOTACIÓN


- Para diseño de celdas de flotación refiérase al documento “Especificación Celdas de Flotación”, N° SGP-02MEC-ESPTC-00003.

7.11 COLUMNAS DE FLOTACIÓN

- Las columnas de flotación tendrán un sistema generador de burbujas que consistirá en un conjunto de inyectores de aire, con todas sus válvulas de corte, retención y regulación requeridas, como también la instrumentación necesaria.
- El diseño de los inyectores deberá permitir su fácil remoción para inspección o reemplazo, sin necesidad de detener la operación de la columna.
- Los inyectores deberán tener una boquilla fabricada de materiales altamente resistentes a la abrasión.
- Cada inyector deberá tener una manguera flexible para conectar a la matriz de aire.
- Los elementos del sistema generador de burbujas contarán con estructuras de soportación fabricadas en perfiles de acero al carbono, de preferencia apoyados en la pared de la celda.
- Las celdas incluirán un sistema de ducha para agua de lavado de la espuma, debiendo considerar las cañerías para ducha, matriz de cañerías con conexión enflanchada y válvulas de corte, así como los soportes requeridos.


7.12 ESPESADORES

- La selección de los materiales de construcción estará basada en aspectos económicos como costo, disponibilidad de materiales, resistencia química a la corrosión, temperatura de proceso, topografía, condiciones climáticas y condiciones del suelo. Los materiales más comunes son el acero y el hormigón con los revestimientos de protección adecuados.
- La alimentación a los espesadores podrá ser mediante canaletas o cañerías, las que descargarán en el “feedwell” donde se disipará la energía cinética del líquido previo a la entrada de la zona de clarificación del espesador.
- La adición de floculantes en los espesadores podrá ser en la canaleta o cañería de alimentación

 <p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE GESTIÓN ESTRATÉGICA DE CARTERA</p>	<p align="center">CRITERIO DISEÑO MECÁNICA</p>	<p>SGP-02MEC-CRTTC-00001</p> <p>Revisión: 2</p> <p>Vigencia: 31-03-2020</p> <p>Página :42 de 56</p>
---	---	--

o en el feedwell. En el caso que se adicione en la canaleta, se deberán instalar baffles o medios similares para producir un adecuado mezclamiento que promueva la floculación. Se deben evitar las mezclas con alto corte que destruyen las estructuras de las cadenas de flóculos.


- Las características reológicas de las pulpas espesadas deberán ser consideradas para la determinación de las pendientes del fondo de los espesadores, las que típicamente varían entre un 4 a 25%. En espesadores de grandes diámetros se usarán doble pendiente para disminuir la altura del espesador en el centro.
- Los canales o cañerías de colección del rebose de los líquidos podrán estar integradas al estanque del espesador o también podrán ser instaladas en forma independiente.
- El soporte de los sistemas motrices de los espesadores podrá ser según los siguientes tipos de diseños:
 - Puente soporte del sistema motriz (bridge supported drives). El puente está apoyado en las paredes del estanque donde transfiere el torque del sistema motriz. Este tipo de diseño facilita también la instalación del sistema de levante de las rastras y es común en espesadores de hasta 28 m de diámetro.
 - Columna central (caissons). El sistema motriz está instalado en la parte superior de la columna. Las paredes de la columna pueden rectas o cónicas en su parte superior. Se usan normalmente espesadores de grandes diámetros.
 - Accionamiento de tracción (traction drives). El sistema motriz se desplaza sobre la pared del estanque del espesador. Este diseño requiere que la pared del espesador sea más reforzada para soportar el sistema motriz.
- El diseño de las rastras dependerá de las características de sedimentación de las pulpas. En el caso de pulpas con una alta tasa de decantación, las rastras deberán ser diseñadas con una mayor velocidad de giro. Como referencia los rangos de velocidades típicos son los siguientes:
 - Pulpas de baja densidad y de alta suspensión, las velocidades varían entre 1 a 2 m/min.
 - Pulpas de lenta decantación de sólidos, las velocidades varían entre 3 a 8 m/min.
 - Pulpas de alta decantación de sólidos, las velocidades varían entre 9 a 13 m/min.
 - Para pulpas con sólidos gruesos y cristales, las velocidades varían entre 13 a 30 m/min.
- Las rastras deberán ser suministradas con un sistema de levante automático, que levantará las rastras cuando se alcance un torque sobre el valor de operación normal.
- Las rastras deberán ser diseñadas para llevar en forma efectiva el material sólido decantado al centro del cono de descarga, de acuerdo a la carga aplicada al mecanismo.
- En la descarga de los sólidos espesados se deberán usar raspadores que mantengan la homogeneidad del flujo de pulpa hacia las cañerías de descarga. Los raspadores serán parte de las estructuras de las rastras. En espesadores pequeños que operen en aplicaciones livianas con pulpas fluidas se deberá estudiar la necesidad de instalar raspadores de cono.
- Se deberá estudiar la alternativa de usar espesadores de alta capacidad, los que tienen diseños

	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE GESTIÓN ESTRATÉGICA DE CARTERA</p> <p>CRITERIO DISEÑO MECÁNICA</p>	<p>SGP-02MEC-CRTTC-00001</p> <p>Revisión: 2</p> <p>Vigencia: 31-03-2020</p> <p>Página :43 de 56</p>
---	---	--

especiales de feedwell y sistemas de floculación que maximizan la efectividad de los floculantes. En estos equipos los feedwell serán diseñados para transferir las pulpas floculadas a la zona de decantación del espesador sin destrucción de los nuevos flóculos formados. La dispersión y mezclado de los floculantes podrá ser realizada en forma hidráulica o mecánicamente en el feedwell de alta capacidad o en la línea de alimentación.

7.13 TAMBORES AGLOMERADORES

- Los tambores deben ser diseñados para condiciones de servicio extra pesado y operación continua. Los materiales de construcción y los equipos de transmisión deberán tener características adecuadas para las condiciones de operación, medio ambiente, las características del material de proceso y las características del terreno.
- Los tambores serán de velocidad variable, con transmisiones de piñón corona y accionamientos electromecánicos.
- Los tambores deben ser contruidos de acero carbono pintado exteriormente con pintura antiácidos y revestidos interiormente con elastómeros.
- Las características de los elastómeros dependerán de la concentración de ácido sulfúrico que será agregado al proceso de ambientación del mineral. Los elastómeros deberán ser pegados a la superficie interior del tambor previamente arenada a metal blanco.
- En el sector de alimentación de mineral y adición de agua y ácido sulfúrico, el revestimiento del tambor deberá ser de mayor espesor que el sector de descarga, para compensar los mayores desgastes por abrasión y corrosión.
- En la boca de descarga del tambor, el revestimiento interior deberá ser prolongado hacia el manto exterior en un largo de a lo menos 0,30 m, para evitar desgaste corrosivo del acero carbono pintado.
- Los tambores de aglomeración tendrán dos llantas instaladas en el manto mediante cuñas para permitir el alineamiento de rodadura. Las llantas serán fabricadas de acero forjado de baja aleación con tratamiento térmico y las superficies en contacto con las ruedas soporte metálicas y rodillos axiales deberán ser endurecidas localmente. Las llantas no serán soldadas al tambor, la sujeción será mediante zapatas y seguros.
- Los tambores de aglomeración tendrán transmisiones de engranajes calculadas con las últimas versiones de las normas ANSI/AGMA 2001-D04 y 6004-F88. El conjunto de engranajes tendrá un factor de servicio de duración no inferior a 1,5 y un factor de servicio por esfuerzo no inferior a 2,5.
- Los tambores serán instalados con sus llantas en contacto con ruedas metálicas montadas sobre ejes de acero de alta resistencia, soportadas en dos descansos con rodamientos de rodillos esféricos. Para soportar las cargas axiales se deberá instalar un rodillo por cada llanta para soportar estas fuerzas. Un tercer rodillo axial deberá instalarse en la cara opuesta de una de las llantas, para evitar desplazamientos eventuales del tambor hacia arriba. El contacto entre las

 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE GESTIÓN ESTRATÉGICA DE CARTERA</p> <p>CRITERIO DISEÑO MECÁNICA</p>	<p>SGP-02MEC-CRTTC-00001</p> <p>Revisión: 2</p> <p>Vigencia: 31-03-2020</p> <p>Página :44 de 56</p>
--	---	--

superficies de las llantas y los rodillos axiales será de tipo trapezoidal para prevenir diferenciales de velocidades que puedan causar desgastes excesivos.

- Los tambores serán montados sobre una estructura soporte donde estarán instalados las ruedas y el sistema electromecánico de transmisión. Esta estructura tendrá una inclinación longitudinal con un rango discreto de posicionamiento. Para el cambio de inclinación se deberá tener un sistema hidráulico que permita el movimiento de la estructura soporte. Los sistemas de alimentación y descarga deberán diseñarse con los sistemas de ajuste y regulación necesarios para permitir variar el ángulo de inclinación del tambor en todo el rango definido.
- En la boca de descarga de los tambores se debe instalar una cámara sellada al tambor para la captación de aerosoles ácidos, los que deben ser conducidos a través de ductos a sistemas de lavado de gases.
- El diseño del tambor, de las ruedas soporte, los rodillos axiales, sus ejes, el marco estructural soportante, debe ser respaldado por un análisis de elementos finitos, que incluya el análisis sísmico.
- Los descansos de las ruedas y el eje de alta de la caja reductora deberán tener sensores de vibración y temperatura.


7.14 LAVADORES DE GASES

Con el objeto de controlar contaminaciones de gas en ciertos lugares de trabajo, que por su proceso emiten gases contaminantes, se instalarán sistemas extractores y lavadores de gases. Los niveles de contaminación resultantes no deberán exceder los valores condenatorios de la legislación chilena vigente. Los TLV deberán ser corregidos por altitud y tiempo de operación. Como una alternativa, si los niveles de contaminación indican que no es requerido un sistema de lavado de gases, se deberá instalar una chimenea en los equipos y/o instalaciones que generan gases, con la altura compatible para liberar los gases atrapados sin afectar a las personas, equipos y el área circundante.

- En general las unidades consistirán en limpiadores de gases, tipo torres de lavado, con dilución y control de gotas de ácido.
- Los materiales de construcción de las torres, ventiladores, extractores, ductos y accesorios serán adecuados para las condiciones corrosivas de los gases.

7.15 PISCINAS PARA SOLUCIONES

- Las piscinas para soluciones deberán seguir las recomendaciones de diseño de la Especificación Técnica de Diseño y Construcción de Piscinas impermeabilizadas con Geosintéticos, SGP-GFIP-ME-ESP-017.

 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE GESTIÓN ESTRATÉGICA DE CARTERA</p> <p>CRITERIO DISEÑO MECÁNICA</p>	<p>SGP-02MEC-CRTTC-00001</p> <p>Revisión: 2</p> <p>Vigencia: 31-03-2020</p> <p>Página :45 de 56</p>
--	---	--


7.16 PISCINAS DESARENADORAS

- Las piscinas desarenadoras deberán seguir las recomendaciones de diseño de la Especificación Técnica de Diseño y Construcción de Piscinas impermeabilizadas con Geosintéticos, SGP-GFIP-ME-ESP-017.
- Adicionalmente se considerará lo siguiente:
 - Las piscinas desarenadoras separarán los sólidos e impurezas arrastradas por las soluciones.
 - Las características de impermeabilización de las desarenadoras serán similares a las indicadas para las piscinas de solución.
 - El sistema de limpieza, normalmente consistirá en dos desarenadores operando en paralelo, de manera que una piscina puede estar en la etapa de limpieza y el otro desarenador en operación con el flujo total de solución.
 - Las pozas desarenadoras tendrán las mismas membranas indicadas para las piscinas de solución.
 - Todas las piscinas deberán tener control de nivel para los líquidos.
 - Todas las piscinas deberán tener detectores de filtraciones.
 - Todos los componentes estructurales que sean instalados en las piscinas, como pasillos y pasamanos deben ser fabricados de FRP.
 - Se debe instalar un cerco alrededor de las piscinas para acceso restrictivo al área, además de impedir la entrada de animales característicos de la fauna de la zona.

7.17 DUCTOS

7.17.1 ASPECTO GENERAL SOBRE DUCTOS PARA GASES

- Los conductos para aire y gas que interconectan equipos, recipientes y estanques serán diseñados para la temperatura y presión del servicio. Deberá evaluarse la eventualidad de operación con presiones menores a la presión atmosférica y diseñarse en consecuencia. En los casos en que haya presencia de vapor de agua con SO₂, SO₃ y/o ácido a temperaturas menores de 250° C, se emplearán materiales resistentes a la corrosión. Para prevenir esfuerzos interactuando entre los equipos o sobre tensionado de los ductos, se considerarán juntas de expansión y curvas de radios adecuados. En el diseño de los ductos se considerarán todas las cargas operacionales, térmicas, viento y sismo, vibraciones, así como sus respectivas combinaciones.
- Cualquier válvula que sea requerida para abrir/cerrar, derivar o controlar será de construcción para servicio pesado y hermética en cualquier condición de temperatura y presión de operación. El actuador de las válvulas de tipo mariposa será diseñado para un torque de 300% del torque

 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE GESTIÓN ESTRATÉGICA DE CARTERA</p> <p>CRITERIO DISEÑO MECÁNICA</p>	<p>SGP-02MEC-CRTTC-00001</p> <p>Revisión: 2</p> <p>Vigencia: 31-03-2020</p> <p>Página :46 de 56</p>
--	---	--

calculado. Se instalarán placas de aislación cuando se requiera, las cuales serán diseñadas para una fácil instalación y remoción.

- Con el objeto de prevenir el daño que un vacío excesivo pudiera producir en ductos y equipos, se instalarán unidades rompe-vacío de seguridad del tipo de sello de agua u otro aprobado por Codelco.
- Con el objetivo de revisar y limpiar los ductos, se instalarán en posiciones estratégicas puertas de inspección y escotillas de limpieza en el fondo del ducto, las cuales deberán ser de acceso fácil y seguro.

7.17.2 DUCTOS PARA GAS FRÍO


- Los ductos fríos que contengan SO₂ y SO₃, vapor de agua y cantidades variables de ácido sulfúrico y sulfuroso, así como cantidades variables de partículas, pueden ser contruidos de plástico reforzado con fibra de vidrio (FRP). El FRP deberá cumplir con el estándar PS-15-69 de US National Bureau of Standards Product para equipo fabricado a pedido. Los ductos rectos serán contruidos solamente por filamento bobinado (filament winding) de acuerdo con la norma ASTM D-3299. Si se requiere, se empleará retardante de llama.

7.17.3 DUCTOS PARA GAS CALIENTE Y SUCIO

- Los ductos para manejar gases calientes y sucios serán equipados con válvulas de corte, placas deslizantes y/o brida ciega adecuados, las que se instalarán en la entrada de cada equipo y/o recipiente, para aislarlo. Las placas de tipo deslizante y bridas ciegas serán diseñadas para permitir una fácil instalación y remoción.
- Los ductos para gas caliente serán de acero con un espesor mínimo de 8 mm con un aislante térmico apropiado. Donde sea necesario se instalarán juntas de expansión que le permitan pasar de la condición fría a la condición de operación sin transferir tensiones del sistema de ductos a los equipos de la planta.
- En los ductos que transportan polvo o partículas sólidas se proveerán puertas de inspección apropiadas con el propósito de mantenimiento y limpieza del polvo que se acumule en los ductos y en las válvulas. Para el cálculo de los ductos y sus apoyos se deberá considerar un 30% de polvo en el interior de los ductos.
- Se instalará aislante térmico para la conservación del calor o para protección del personal. Se instalará aislante de protección cuando la temperatura de la superficie sea igual o superior a 60°C. El aislante será cubierto por láminas de aluminio o acero inoxidable.

7.18 VENTILACION Y CLIMATIZACIÓN


Las condiciones para cada ambiente serán como sigue:

 <p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE GESTIÓN ESTRATÉGICA DE CARTERA</p>	<p align="center">CRITERIO DISEÑO MECÁNICA</p>	<p>SGP-02MEC-CRTTC-00001</p> <p>Revisión: 2</p> <p>Vigencia: 31-03-2020</p> <p>Página :47 de 56</p>
---	---	--

- Las Oficinas tendrán aire acondicionado
- Las Salas de Cambio tendrán sistemas de calefacción y ventilación filtrada.
- Las Salas de Control tendrán aire acondicionado y serán presurizadas con aire exterior filtrado a través de colectores de polvo.
- Las Salas Eléctricas serán presurizadas y ventiladas. En casos de excepción y a solicitud de Codelco y/o por requerimientos de control de temperatura de los equipos, estas salas podrán ser diseñadas con sistemas de aire acondicionado de tipo normal con filtros para el ingreso de aire exterior, o sistemas de aire acondicionado de configuración “split” para ambientes exteriores muy contaminados.
- Los edificios de chancado serán diseñados con sistemas de captación de polvo.
- Los laboratorios serán ventilados y calefaccionados con estufas eléctricas.
- Las emisiones localizadas de gases de combustión serán aspiradas a través de mangas de un sistema de extracción de gases. En los talleres de mantenimiento de vehículos o similares se considerarán ductos subterráneos y ventiladores.
- Los edificios industriales serán equipados con sistemas de extracción a través de colectores de polvo y alimentación a través de lucarnas.
- Las bodegas serán ventiladas a través de aspiración forzada.
- Los talleres serán dotados de sistemas de extracción forzada y unidades de calefacción.
- Las condiciones y cálculos de calefacción, ventilación y acondicionamiento del aire se efectuarán en base al manual "American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers (ASHRAE)".

Tabla 7-7 Condiciones Internas de Diseño

Instalaciones	Mínimo Invierno °C	Máximo Verano °C	Humedad Relativa	Ventilación Mínima Requerida
Oficinas	21	25	50 +/- 10%	42 m³/h por persona
Salas de Control	21	25	50 +/- 10%	42 m³/h por persona Presurización de 50 Pa
Salas Eléctricas	5	35	--	Presurización de 50 Pa
Casas de Cambio	18	35	--	36 m³/h por persona 17 m³/h por locker
Salas de Baño	13	--	--	36 m³/h por persona
Talleres	10	35	--	2 renovaciones/h invierno 4 renovaciones/h verano
Bodegas	--	--	--	1 renovación/h invierno 2 renovaciones/h verano

 <p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE GESTIÓN ESTRATÉGICA DE CARTERA</p>	<p align="center">CRITERIO DISEÑO MECÁNICA</p>	<p>SGP-02MEC-CRTTC-00001</p> <p>Revisión: 2</p> <p>Vigencia: 31-03-2020</p> <p>Página :48 de 56</p>
---	---	--

7.18.1 EQUIPOS


- El equipo debe ser de marca conocida y proporcionados por proveedores establecidos.
- Los equipos de aire acondicionado serán de expansión directa, tipo “split”, el calentamiento será con un sistema de resistencia eléctrica multi etapas. Debe incluir humidificador eléctrico, ventilador centrífugo de doble entrada doble ancho y filtro de aire metálico de tipo removible y lavable.
- Los ventiladores para presiones estáticas hasta 125 Pa a nivel del mar, serán de tipo axial o turbo axial. Para presiones mayores a 125 Pa, se considerarán ventiladores centrífugos.
- Los ventiladores serán accionados por correas en V para la mayoría de las aplicaciones. En ambientes contaminados y/o corrosivos, se preferirá un accionamiento directo. Los motores eléctricos serán suministrados con una base ajustable, lubricación externa de los rodamientos y sellos del eje. Los ventiladores deberán tener accesos para inspección.
- Los sistemas de filtrado aire serán del tipo colectores de polvo, con filtros de bolsa y tolvas de almacenamiento, soportes, ventiladores centrífugos y motores eléctricos. El sistema de limpieza será por soplado con aire comprimido o del tipo vibración, con control automáticos de la diferencia o caída de presiones.

7.18.2 DUCTOS

- Los ductos serán fabricados de plancha galvanizadas. El espesor de las placas metálicas ser de acuerdo con las recomendaciones de SMACNA Low Pressure Duct Construction Standard.
- El aislante acústico será de fibra de vidrio rígida, de 38 mm de espesor, con densidad de 64 kg/m3. El aislante térmico será una capa de fibra de vidrio con una cubierta de lámina de aluminio reforzada, según lista UL o una alternativa aprobada por Codelco.
- Se deben considerar entradas de hombre y compuertas para inspecciones de los diferentes componentes del sistema.
- Los ductos deberán ser mantenidos en su posición a través soportes fijos y colgantes fabricados según normas vigentes. Los soportes colgantes deberán ser fabricados de fierros redondos de diámetro mínimo 6 mm y ángulos de espesor mínimo 3 mm, adecuados para el peso y las dimensiones de los ductos soportados, los que deberán estar anclados en forma apropiada.
- Los ductos deberán ser fabricados de planchas de acero galvanizado. Los ductos interiores deberán ser de acuerdo a las recomendaciones de SMACNA.

7.18.3 CODOS Y PIEZAS ESPECIALES

- Los codos deben tener un radio central de al menos 1,5 veces el ancho o el diámetro del ducto o cualquiera que sea aplicable. Los codos de sección rectangular deberán ser provistas con una hilera doble de alabes deflectores.

 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE GESTIÓN ESTRATÉGICA DE CARTERA</p> <p align="center">CRITERIO DISEÑO MECÁNICA</p>	<p>SGP-02MEC-CRTTC-00001</p> <p>Revisión: 2</p> <p>Vigencia: 31-03-2020</p> <p>Página :49 de 56</p>
--	--	--

- El número de secciones para un codo circular será de acuerdo a:

Tabla 7-8 Recomendaciones para el Diseño

Elementos	Diámetro			Número de Secciones
Codos 45°	0	a	300 mm	3
	300	a	1 050 mm	4
	Sobre		1 050 mm	5
Codos 90°	0	a	300 mm	5
	300	a	1 050 mm	7
	Sobre		1 050 mm	9

- En las secciones de transición, el ángulo total no excederá los 30°, al menos que situaciones adversas del terreno impidan cumplir este requerimiento.
- Las entradas de aire externo deben ser provistas con un sistema regulador de posición variable para el flujo de entrada. El aire del exterior debe ser filtrado.
- Los ventiladores deberán ser conectados a los ductos por medio de uniones flexibles de neopreno reforzado o tevinil.

7.18.4 ELEMENTOS FILTRANTES

- Los filtros serán metálicos de tipo lavable y/o se deben usar elementos de cartucho desechables, dependiendo de los requerimientos ambientales de la instalación. Las salas eléctricas deberán ser diseñadas con filtros del tipo “alto flujo”.
- Las mallas de alambre deberán tener un área libre mínima de 90%.

7.18.5 EQUIPOS


- Los equipos deberán ser de marcas conocidas, con suministradores establecidos.

7.19 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

- Refiérase a Norma Corporativa Codelco NCC-40 “Seguridad Contra Incendio”.

7.20 ÁCIDO SULFÚRICO

- En las estaciones de bombas y lugares de adición de ácido sulfúrico concentrado o diluido se proveerán lava-ojos y duchas de emergencia. El agua que se utilice para este propósito será potable.
- Los estanques para ácido sulfúrico concentrado (98%) deberán ser diseñados de acuerdo a API

	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE GESTIÓN ESTRATÉGICA DE CARTERA</p> <p>CRITERIO DISEÑO MECÁNICA</p>	<p>SGP-02MEC-CRTTC-00001</p> <p>Revisión: 2</p> <p>Vigencia: 31-03-2020</p> <p>Página :50 de 56</p>
---	---	--

650 y fabricados de planchas de acero al carbono. La tolerancia mínima para corrosión será de 0,5 mm/año.


- Los estanques para ácido sulfúrico deberán ser montados en pozos o piscinas con revestimientos resistentes al ácido sulfúrico concentrado. El volumen del pozo o piscina deberá ser equivalente a toda la capacidad de almacenamiento del o los estanques instalados en el sector y deberá tener una revancha de al menos 0,2 m para evitar reboses. Los pozos deberán ser diseñados de acuerdo a las condiciones del terreno y podrán ser hormigón o piscinas en terreno compactado, ambos tipos revestidos con láminas de HDPE de 1 mm de espesor. El diseño interior de los pozos o piscinas deberá considerar las pendientes necesarias para permitir el escurrimiento del ácido derramado hacia una sentina donde se podrán instalar sistemas de bombeo para recuperar el ácido.
- Se deberá considerar en el diseño de sistemas de ácido sulfúrico lo indicado en la Norma Estándar Operacional, NEO-22, Ácido Sulfúrico, Almacenamiento, Carguío, Transporte y Descarga.

7.21 NIVELES DE RUIDO

- Se debe considerar el nivel del ruido durante el proceso de selección del equipo y su ubicación en el área. El diseño debe incorporar los datos de niveles de ruido aceptables en las especificaciones de los equipos.
- Los siguientes estándares del Decreto Supremo (D.S.) N° 594/1999, Ministerio de Salud, Chile, artículos N° 70 al 82, deberán ser usados como criterio permisible de exposición al ruido para diseño y operación de planta.
- La exposición a ruido estable o fluctuante, para una jornada de 8 horas, la exposición a un nivel de presión sonora continuo equivalente (NPSeq o Leq) no será superior a 85 dB(A) lento, medidos en la posición del oído de la persona. Para NPSeq diferentes a 85 dB(A) lento, los tiempos de exposición se regirán por la siguiente tabla, donde se muestra solo una parte de lo indicado en el D.S. N° 594/1999, y los valores indicados se entenderán para personas expuestas sin protección auditiva personal.

Tabla 7-9 Límite de Exposición al Ruido

Nivel de Ruido, dB(A) Lento	Horas/día	Minutos/día
80	24,00	--
81	20,16	--
82	16,00	--
83	12,70	--
84	10,08	--
85	8,00	--
86	6,35	--


 <p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE GESTIÓN ESTRATÉGICA DE CARTERA</p>	<p align="center">CRITERIO DISEÑO MECÁNICA</p>	<p>SGP-02MEC-CRTTC-00001</p> <p>Revisión: 2</p> <p>Vigencia: 31-03-2020</p> <p>Página :51 de 56</p>
---	---	--

87	5,04	--
88	4,00	--
89	3,17	--
90	2,52	--
91	2,00	--
92	1,59	--
93	1,26	--
94	1,00	--
95	--	47,40
96	--	37,80
97	--	30,00
98	--	23,80
99	--	18,90
100	--	15,00

- Si la exposición al ruido diaria está compuesta de dos o más períodos de exposición al ruido de diferentes niveles, se debe considerar su efecto combinado, más que el efecto individual de cada uno.
- Los niveles de presión sonora peak (NPS_{peak}) para los ruidos impulsivos o de impacto, expresados en decibeles ponderados "C", no deberán exceder los 140 dB(C) peak, en personas carentes de protección auditiva personal.
- De acuerdo con el D.S. N° 594/1999, publicado por el Ministerio de Salud de Chile y el D.S. N° 146/1997, publicado por el Ministerio Secretaría General de la República de Chile, se deben usar las siguientes guías para reducir el ruido:
 - Las piezas individuales de equipos serán seleccionadas para limitar el nivel de presión sonora a 0,90 m de la superficie del equipo y, en la posición del operador a 85 dBA, incluyendo los accionamientos motrices.

Se deben evitar las superficies duras, planas (o de grandes curvas) o cerradas en la fuente del ruido.

- Las áreas adyacentes que enfrentan la fuente del ruido deben estar cubiertas con un material que absorba el sonido.
- Las áreas deben estar separadas por divisores o pantallas acústicas de materiales absorbentes de ruidos, solamente donde sea necesario.
- Donde se requiera se usarán revestimientos de goma, silenciadores y amortiguadores de ruidos para cierto tipo de equipos.
- Los escapes se deben dirigir hacia el exterior y donde no haya personal.
- Las fuentes de ruido deben estar encerradas con materiales de baja transmisión acústica, y conexiones selladas a través del encierro.


 <p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE GESTIÓN ESTRATÉGICA DE CARTERA</p>	<p>CRITERIO DISEÑO MECÁNICA</p>	<p>SGP-02MEC-CRTTC-00001</p> <p>Revisión: 2</p> <p>Vigencia: 31-03-2020</p> <p>Página :52 de 56</p>
---	--	--

7.22 CONTROL DE VIBRACIÓN

- En los casos en que algún equipo vibratorio sea montado en soportes estructurales metálicos en lugar de hacerlo sobre una fundación de concreto, se tomarán las precauciones para aislarlo de las cañerías, ductos y otros elementos de acero que entren en resonancia. Se utilizarán montajes con aislación de vibraciones para minimizar los efectos de las vibraciones donde sea posible.
- A menos que se indique lo contrario, el equipo será seleccionado e instalado para tener amplitudes de vibración menores que las especificadas en el rango "muy suave" de la "Carta de Severidad de Vibraciones para uso de Maquinaria General".
- En todas las instalaciones, las vibraciones transmitidas estarán limitadas y no deberán exceder el criterio general especificado en la última versión de la norma ISO 2631. Además, deberán ser aplicados los artículos N° 83 al 94, sobre vibraciones del D.S. N° 594/1999, Ministerio de Salud, República de Chile.
- Donde no sea posible o práctico controlar vibraciones recurriendo a la variación de parámetros o características propias del equipo, se deberán utilizar medios auxiliares como soportes anti vibratorios y juntas flexibles para minimizar sus efectos.
- Las normas ISO para análisis de vibraciones de diferentes equipos e instalaciones son, a manera de referencia, las que se indican a continuación:

Tabla 7-10 Normas


ISO 1945	Mechanical Vibration – Balancing – Vocabulary.
ISO 1940-1	Mechanical Vibration – Balance Quality Requirement of Rigid Rotors – Part 1: Specification and Verification of Balance Tolerances.
ISO 1940-2	Mechanical Vibration – Balance Quality Requirement of Rigid Rotors – Part 2: Balance Errors.
ISO 2017	Mechanical Vibration and Shock – Resilient Mounting Systems – Part1: Application of Source and Receiver Isolation.
ISO 2041	Vibration and Shock – Vocabulary.
ISO 2954	Mechanical Vibration of Rotating and Reciprocating Machinery – Requirement for Instruments for Measuring Vibration Severity
ISO 5348	Mechanical Vibration and Shock – Mechanical Mounting of Accelerometers.
ISO 7919-1	Mechanical Vibration of Non Reciprocating Machines – Measurement on Rotating Shafts and Evaluation Criteria – Part 1: General Guidelines.
ISO 7919-2	Mechanical Vibration – Evaluation of Machine Vibration by Measurements on Rotating Shafts – Part 2: Land Based Steam Turbines and Generators in Excess of 50 MW with Normal Operating Speeds of 1 500 min ⁻¹ , 1 800 min ⁻¹ , 3 000 min ⁻¹ y 3 600 min ⁻¹ .
ISO 7919-3	Mechanical Vibration of Non Reciprocating Machines – Measurement on Rotating Shafts and Evaluation Criteria – Part 3: Coupled Industrial Machines.

 <p>CODELCO VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS</p>	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE GESTIÓN ESTRATÉGICA DE CARTERA</p> <p>CRITERIO DISEÑO MECÁNICA</p>	<p>SGP-02MEC-CRTTC-00001</p> <p>Revisión: 2</p> <p>Vigencia: 31-03-2020</p> <p>Página :53 de 56</p>
--	---	--


ISO 7919-4	Mechanical Vibration of Non Reciprocating Machines – Measurement on Rotating Shafts and Evaluation Criteria – Part 4: Gas Turbine Sets.
ISO 7919-5	Mechanical Vibration of Non Reciprocating Machines – Measurement on Rotating Shafts and Evaluation Criteria – Part 5: Machine Sets in Hydraulic Power Generating and Pumping Plants.
ISO 8528-9	Reciprocating Internal Combustion Engine Driven Alternating Current Generating Sets – Part 9: Measurement and Evaluation of Mechanical Vibrations.
ISO 8569	Mechanical Vibration – evaluation of Machine Vibration by Measurements on Non Rotating Parts – Part 1: General Guidelines.
ISO 10816-2	Mechanical Vibration – Evaluation of Machine Vibration by Measurements on Non Rotating Parts – Part 2: Land Based Steam Turbines and Generators in Excess of 50 MW with Normal Operating Speeds of 1 500 min ⁻¹ , 1 800 min ⁻¹ , 3 000 min ⁻¹ y 3 600 min ⁻¹ .
ISO 10816-3	Mechanical Vibration – Evaluation of Machine Vibration by Measurements on Non Rotating Parts – Part 3: Industrial Machines with Nominal Power Above 15 kW and Nominal Speeds Between 120 min ⁻¹ y 15 000 min ⁻¹ when Measured In Situ.
ISO 10816-4	Mechanical Vibration – Evaluation of Machine Vibration by Measurements on Non Rotating Parts – Part 4: Gas Turbine Driven Sets Excluding Aircraft Derivatives.
ISO 10816-5	Mechanical Vibration – Evaluation of Machine Vibration by Measurements on Non Rotating Parts – Part 5: Machine Sets in Hydraulic Power Generating and Pumping Plants.
ISO 10816-6	Mechanical Vibration – Evaluation of Machine Vibration by Measurements on Non Rotating Parts – Part 6: Reciprocating Machines with Power Rating Above 100 kW.
ISO 11342	Mechanical Vibration – Methods and Criteria for Mechanical Balancing of Flexible Rotors.
ISO 13372	Condition Monitoring and Diagnostics of Machines – Vocabulary
ISO 13373-1	Condition Monitoring and Diagnostics of Machines – Vibration Condition Monitoring – Part 1: General Procedures.
ISO 13379	Condition Monitoring and Diagnostics of Machines – General Guidelines on Data Interpretation and Diagnostics Techniques.
ISO 14694	Industrial Fans – Specifications for Balance Quality and Vibrations Sets.
ISO 14695	Industrial Fans – Method of Measurement of Fan Vibration.
ISO 17359	Condition Monitoring and Diagnostics of Machines – General Guidelines
ISO 18436-1	Condition Monitoring and Diagnostics of Machines – Requirements for Training and Certification of Personal – Part 1: Requirements for Certifying Bodies and the Certification Process.

7.23 SISTEMA DE COMBUSTIBLES

Los sistemas de almacenamiento de combustible serán diseñados de acuerdo con las normas SEC (Superintendencia de Electricidad y Combustibles) y los siguientes decretos:

	<p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE GESTIÓN ESTRATÉGICA DE CARTERA</p> <p>CRITERIO DISEÑO MECÁNICA</p>	<p>SGP-02MEC-CRTTC-00001</p> <p>Revisión: 2</p> <p>Vigencia: 31-03-2020</p> <p>Página :54 de 56</p>
---	---	--

- Decreto Supremo N°90 – “Reglamento de Seguridad para el Almacenamiento, Refinación, Transporte y Expendio al Público de Combustibles Líquidos Derivados del Petróleo”.
- Decreto Supremo N°379 – “Reglamento sobre Requisitos Mínimos de Seguridad para el Almacenamiento y Manipulación de Combustibles Líquidos Derivados del Petróleo Destinados a Consumos Propios”.
- Normas Corporativas de Codelco NCC20 y NCC40

 <p>CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS GERENCIA DE GESTIÓN ESTRATÉGICA DE CARTERA</p>	<p>CRITERIO DISEÑO MECÁNICA</p>	<p>SGP-02MEC-CRTTC-00001</p> <p>Revisión: 2</p> <p>Vigencia: 31-03-2020</p> <p>Página :55 de 56</p>
---	--	--

8. ANEXOS