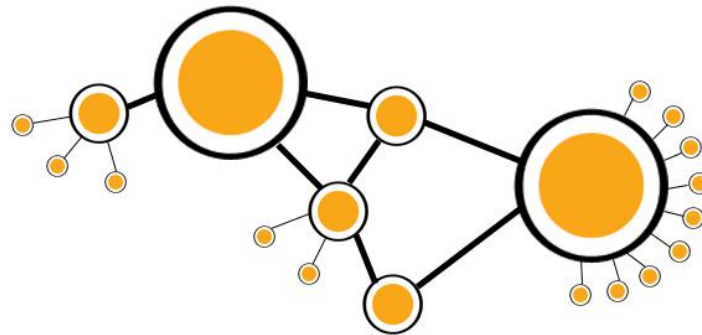

MEMORIA DE TITULO



DESARROLLO DE BORDES POLIMÉRICOS PARA EL ARMADO DEL PROCESO ELECTROLITICO

AUTOR: JONATAN SAMUEL NAVARRO AGUIRRE

PROFESOR GUÍA: MILTON ALVEAR.



AGRADECIMIENTOS

A mis padres por su incondicional apoyo. Pedro y Myriam esto es gracias a Uds.

A mis profesores por su eterno compromiso de formación. Profesor Milton, Juan, Sergio mil gracias.

A mis amigos por su compañerismo y alegría. Andrés, Héctor, Erick, Rodolfo, José, Gustavo nos toca celebrar.

Y a mi compañera por su constante comprensión. Papi un paso más en nuestras vidas ..Cumplido.



INDICE

RESUMEN DE PROYECTO	4
FUNDAMENTO DEL PROYECTO	5
OBJETIVOS DEL PROYECTO	6
CAPITULO I Cobre Electrolítico	7
CAPITULO II Proceso de Electrolisis	11
CAPITULO III Estudio de los Bordes Poliméricos	17
CAPITULO IV Materialidad	29
CAPITULO V Antropometría del Trabajador Chileno	34
CAPITULO VI Sistema de Trabajo	52
CAPITULO VII Propuesta	60
CONCLUSIÓN	85



RESUMEN DEL PROYECTO

La lixiviación y la electrolisis son procesos de disolución selectiva de minerales, en donde la electrolisis es un procedimiento en donde se separan y concentran selectivamente iones hacia los ánodos y cátodos, sector del proceso en donde situaremos nuestro proyecto. La optimización de este método mediante sus respectivas operaciones ha significado uno de los mayores éxitos en la industria del metal a través de la recuperación de cobre mediante las técnicas hidrometalúrgicas, este proyecto busca optimizar aun más este mecanismo de extracción mediante la mejora de los bordes plásticos que conforman el cátodo.

El cátodo es el electrodo al cual se le aplica corriente eléctrica sumergido en una solución (ácido sulfúrico) en donde el material en este caso el cobre se deposita generando una reacción de oxidoreducción.

Como planteamiento de diseño proponemos resolver una problemática importante de este proceso, esta problemática es que los bordes plásticos pierden sus cualidades, permitiendo que se depositen en los cantos del cátodo partículas de cobre, impidiendo la extracción de la lámina de aquel mineral. Estos bordes presentan diferentes deficiencias como la poca durabilidad y deficiencias de diseño las que serán abordadas en esta memoria.



FUNDAMENTO DEL PROYECTO

Una de las problemáticas más significativas que presenta el proceso de electrolisis, en la extracción de cobre electrolítico, es el mal funcionamiento que presentan los bordes poliméricos utilizados para impedir que se sitúen partículas de cobre en los cantos del cátodo, imposibilitando la normal extracción de las placas de cobre. Eso es debido a la poca durabilidad y efectividad que posee el producto generando uno de los costos más significativos del proceso.

Como eje central de nuestro proyecto, se desea desarrollar un diseño de bordes incorporados en el armado de los cátodos, de esta forma evitar la ineficiencia del actual producto, aumentando su durabilidad y eficacia. Gracias al replanteamiento de diseño del actual producto se formula una nueva propuesta de armado de cátodos a través de una modificación de su línea de montaje, la cual se pretende externalizar del ambiente corrosivo, dando una mejora al ambiente laboral, proyectando analizar y proponer soluciones ergonómicas al armado del sistema disminuyendo los riesgos laborales a los que están expuesto, debido al ambiente inhóspito y corrosivo propio de una planta minera, todo esto a través del producto mismo y su diseño.

Como planteamiento de diseño es muy importante realzar el producto a través del valor, siendo por esto que el proyecto busca enfatizar su producción de manera óptima en el método de armado, sistemas de trabajo y simbiosis entre empresa cliente.

En síntesis el proyecto busca mejorar las deficiencias de durabilidad y efectividad actuales y a través de su diseño generar mejoras laborales mediante un mejor y más limpio proceso de armado de cátodos.



OBJETIVOS DEL PROYECTO

OBJETIVO GENERAL

- Desarrollar bordes poliméricos de diseño óptimo para el armado de catodos en una línea de montaje externa, usados en la obtención de cobre electrolítico.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Diseñar un sistema simplificado de bordes en materiales poliméricos.
2. Aumentar su durabilidad.
3. Mejorar el sistema preparación de cátodos.
4. Desarrollar una línea de montaje externalizada.
5. Analizar y proponer soluciones al armado del sistema.
6. Disminuir los riesgos laborales.



CAPITULO 1

COBRE ELECTROLÍTICO



COBRE ELECTROLÍTICO

Para poder contextualizar nuestro proyecto veremos una introducción a la materia de estudio, pasando por el proceso de extracción de cobre electrolítico, para llegar a la operación que nos interesa para el desarrollo de nuestro proyecto el cual es la electrolisis y específicamente el cátodo mismo su armado y las partes que lo componen.

La obtención de cobre de recursos primarios mediante extracción con disolventes se ha venido desarrollando de forma continua durante los últimos 25-30 años, lo que ha supuesto un esfuerzo continuado, tanto de investigación como de puesta en práctica de los resultados obtenidos de esta investigación básica, y siendo uno de los mayores éxitos en el desarrollo de la industria de un metal. El éxito de esta operación no hubiera sido posible sin que a su vez las dos operaciones que la acompañan (lixiviación y electrólisis), con sus propias innovaciones, permitiesen su perfecto acoplamiento en la secuencia operacional. La recuperación de cobre mediante estos procesos hidrometalúrgicos está firmemente establecida y el hecho de su importancia es el número creciente de plantas construidas o que se van a construir hasta el comienzo del siglo XXI.



LIXIVIACIÓN Y ELECTROLISIS

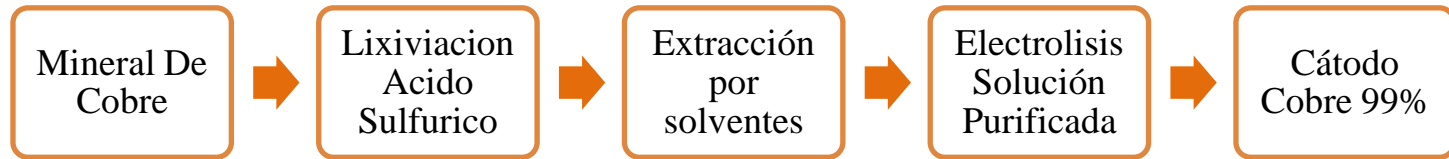
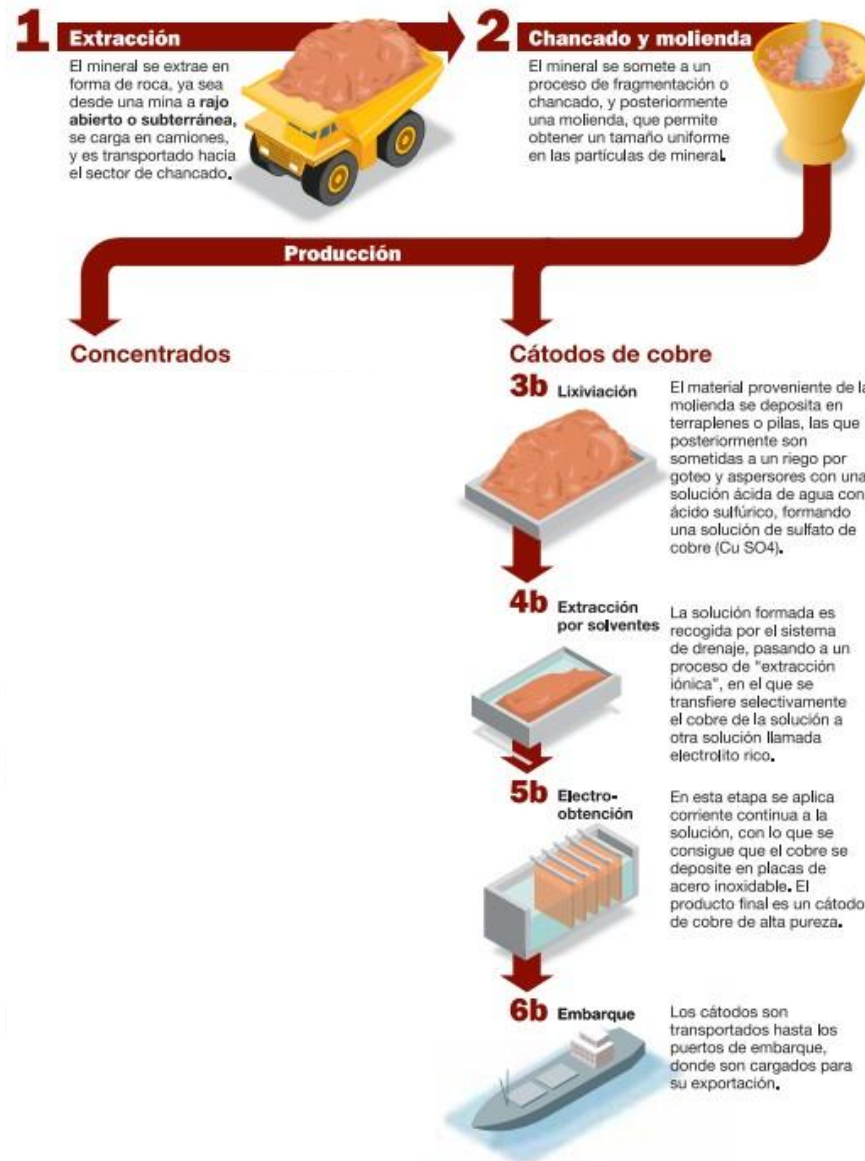


Grafico 1: Proceso de Hidrometalurgia. Fuente: Propia

- La lixiviación es un proceso de dilución selectiva de minerales en forma de iones producida por la acción diluyente del agua más un agente lixivante, por lo regular se añade un ácido para favorecer la separación iónica pero existen metales como el Aluminio que lixivian mejor en medios alcalinos, las variables de proceso son velocidad de agitación de la pulpa, flujo del disolvente, temperatura, pH y concentración de ácido o alcalino.
- La electrolisis es un proceso donde se separan y concentran selectivamente iones hacia los ánodos y cátodos de una celda electrolítica, la selectividad de la especie química a separar está definida por el diagrama de Pourbaix¹ (Diagrama de Pourbaix: traza un equilibrio estable en las fases de un sistema electroquímico acuoso. Los límites de iones predominantes son representados por líneas) que muestra las condiciones de predominancia de cada especie.

¹ Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Diagrama_de_Pourbaix.





CAPITULO 2

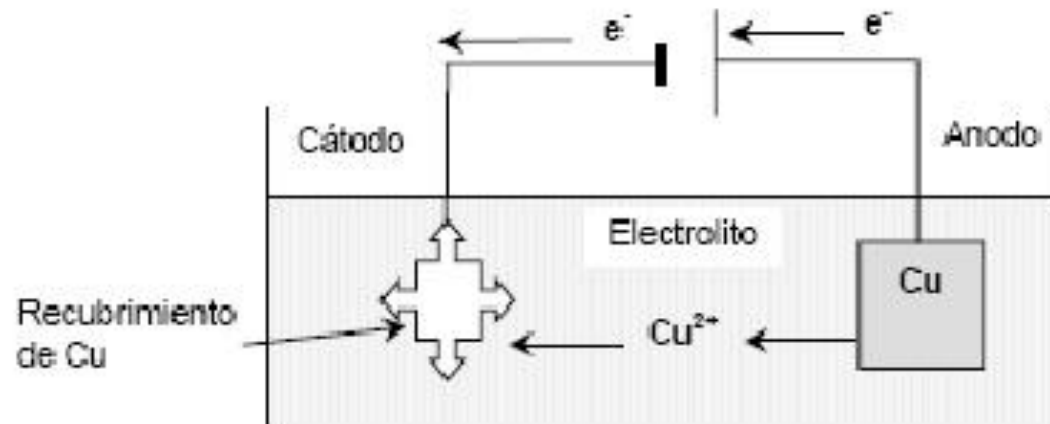
PROCESO DE ELECTROLISIS



RECUBRIMIENTOS ELECTROLÍTICOS

La Lixiviación es un proceso de carácter hidrometalúrgicos, el cual consiste en la obtención de cobre que se encuentra en minerales oxidados, los cuales son separados a través de la aplicación de una disolución de ácido sulfúrico y agua

Un baño de recubrimiento electrolítico consiste de un ánodo y un cátodo en un electrolito, que normalmente es una solución de la sal del metal que se pretende aplicar. En el electrolito, el metal está presente en forma de iones, el flujo de electrones es proporcionado por una fuente externa de corriente directa. La pieza a recubrir se convierte en cátodo donde se lleva a cabo la reducción de los iones a metal. El ánodo consiste en una barra del metal que se recubrirá. La oxidación se lleva a cabo en el ánodo; cuando fluye la corriente, el ánodo se disuelve. El espesor de la capa del recubrimiento depende del tiempo de permanencia en el baño electrolítico. La capa puede alcanzar un espesor de hasta 100 μm , sin embargo, son mucho más frecuentes las capas más delgadas.



Los baños de recubrimiento electrolítico se dividen en baños ácidos y alcalinos. Los baños ácidos contienen sulfatos, cloruros, fluoroboratos y/o sulfamatos de los metales a depositar. Los baños alcalinos se componen sobre la base de complejos de hidróxidos o cianuros. Generalmente, la composición exacta de los baños y químicos comerciales es secreta, pero las funciones generales de las diferentes componentes se conocen bien. Previo a que se deposite la capa metálica, la superficie a cubrir debe estar libre de impurezas, tales como grasa y óxidos. Para ello, se aplican procedimientos de preparación como el pre tratamiento mecánico de las superficies como lo es el pulido y los métodos químicos de pre tratamiento de superficies: el desengrasado mediante limpiadores alcalinos, hidrocarburos clorados, o por vía electrolítica; así como el decapado. Antes de que una pieza se incorpore al proceso de pulido, desengrasado y recubrimiento, debe realizarse una inspección previa para asegurar que la pieza no presente defectos inaceptables que no se puedan corregir durante el recubrimiento. Estos defectos pueden ser rebarbas, bordes, hoyos, moho y otras imperfecciones en la pieza.

PROCESO DE RECUBRIMIENTO DE COBRE

El cobreado electrolítico es un proceso que permite aplicar un recubrimiento de cobre sobre materiales como el acero, hierro, latón y zamak. Con un espesor variable según las necesidades, tiene como objetivo mejorar las propiedades del material base gracias a su elevada maleabilidad, ductilidad y conducción de la electricidad. Frecuentemente, el cobre forma la primera capa en un sistema decapas de recubrimiento, puesto que es fácil de depositar en metales y plásticos, ya que presenta una elevada conductividad; además, la capa de cobre es muy resistente, económica de aplicar y forma una buena base adhesiva para otros metales. El cobrizado puede aplicarse a partir de baños alcalinos cianurados y baños ácidos con ácido sulfúrico. El cobrizado ácido con sulfatos, generalmente requiere un control más estricto del baño a fin de mantener los parámetros en el rango óptimo, sin embargo, se evita el uso de cianuro. El baño ácido, también puede utilizarse como primer

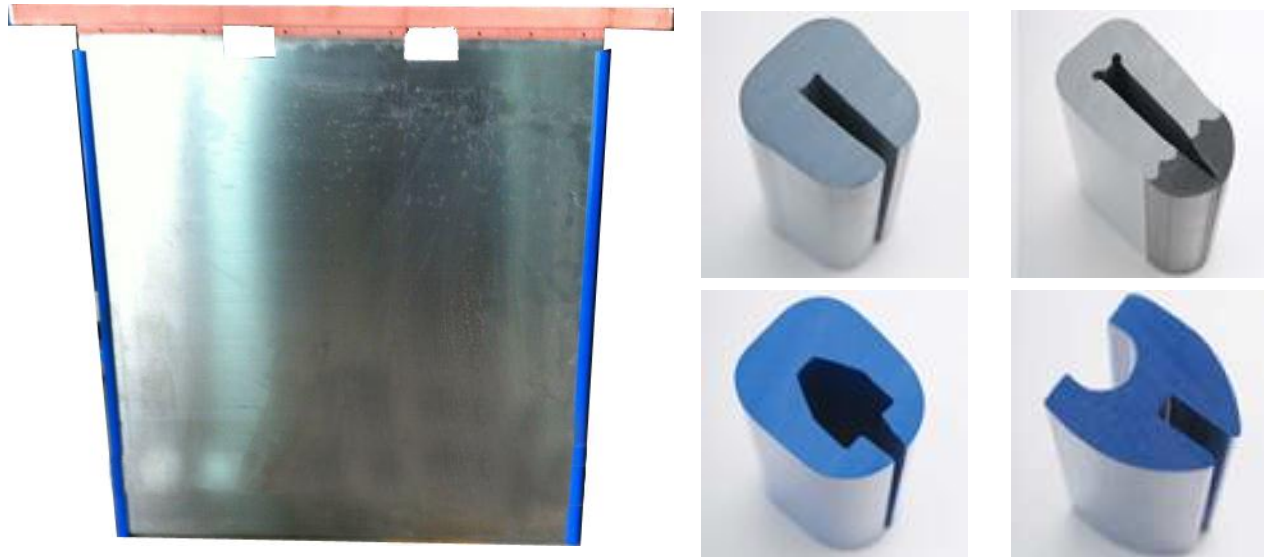


revestimiento metalizado en plásticos, por su gran ductilidad. En un baño ácido, el sulfato de cobre CuSO_4 representa la fuente de iones de cobre que se deposita en la superficie a recubrir. Para este proceso se recomienda sulfato de cobre químicamente puro. El baño de cobre típico contiene sulfato de cobre, ácido sulfúrico, iones de cloruro y aditivos de brillo. Sólo dos son los tipos de solución que se utilizan en gran escala, esto es, las soluciones de cianuro y las soluciones ácidas. El primer tipo consiste esencialmente en una solución de cianuro cuproso en un cianuro de metal alcalino, con o sin varios agentes de adición. Las soluciones de cianuro tienen un excelente poder de penetración; no obstante, en general, son inapropiadas para la obtención de depósitos de un espesor apreciable, pero tienen la ventaja de poder ser aplicadas directamente a los metales ferrosos. Las soluciones ácidas consisten en una solución de sulfato de cobre y ácido sulfúrico, y se utilizan principalmente para recubrir aquellos metales que no son atacados químicamente por la solución, y especialmente cuando se requiere un espesor apreciable, como en galvanoplastia.

PRESENTACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

Ya hemos hecho una revisión por el proceso hidrometalúrgicos para la extracción de cobre electrolítico, pasando por un especial reconocimiento a través de la operación de electrolisis para llegar en definitiva a la parte central de nuestro proyecto como lo es el borde polimérico del cátodo ubicado en el cátodo mismo. A continuación haremos un exhaustivo análisis de los bordes existentes y los utilizados por Codelco Norte como referentes de diseño para poder reconocer las deficiencias que estos presentan de fuente directa, de esta forma validar nuestro proyecto. A continuación vemos el cátodo armado con el borde polimérico y a su derecha diversos diseños de bordes existentes en el mercado.





Imágenes de cátodo armado y bordes a disposición en el mercado. Se puede apreciar las distintas geometrías dependiendo de su sistema de apriete y de fabricación.

- Ver detalles en página de cátodo armado en pagina 27 Representación Técnica.
- Ver diseños de bordes plásticos a disposición en el mercado en páginas 22-25.



CAPITULO 3

ESTUDIO DE LOS BORDES POLIMÉRICOS

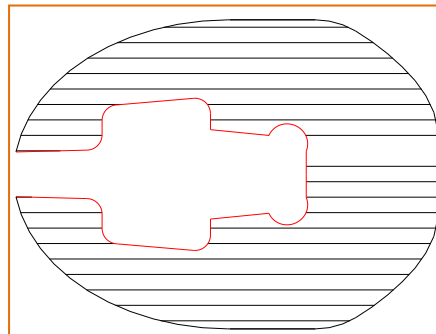


BORDES

Existen ciertos requerimientos para llevar a cabo un buen resultado para poder plantear la fabricación del borde, como lo son su geometría la cual nos condicionará el proceso de producción que debería ser realizado, este estudio se llevo a cabo mediante el previo análisis de bordes utilizado por la minera Codelco Norte. (ver planimetría en paginas 60)

ANÁLISIS GEOMÉTRICOS DE BORDE

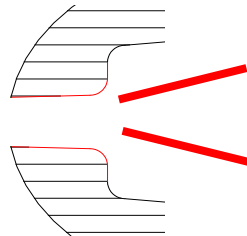
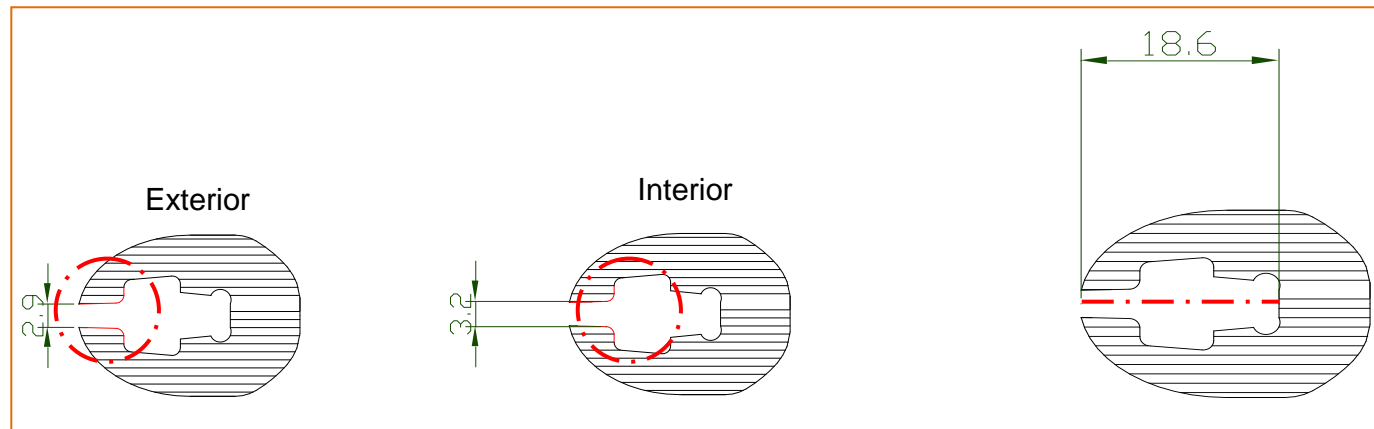
- El interior del borde plástico analizado es irregular haciendo necesario la fabricación del elemento mediante extrusión



- Perfil del Borde Polimérico.



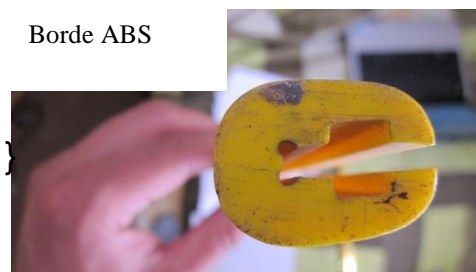
- La entrada del Borde posee dos medidas fundamentales para el apriete contra la placa de Acero Inoxidable, con esto sabemos la tolerancia de apreté.
- El punto anterior es fundamental para que los depósitos no se introduzcan en el borde polimérico, dañándolo, abriéndolo y produciendo el cierre hermético de la placa de cobre impidiendo su extracción.
- La profundidad también es un referente a considerar, ya que deben salir todas las láminas de cobre del mismo tamaño, en el estudio que se ve en la tabla de medidas (ver página 22) se refleja una disparidad en los elementos analizados como solución se propende hacer un promedio para dar un formato adecuado de planchas de cobre.



*Angulo magnificado para mostrar la entrada del borde polimérico.



PROBLEMÁTICA DE LOS BORDES



Como problemáticas del borde se pueden considerar 5 aspectos esenciales para poder determinar que ajustes o modificaciones se pueden lograr de acuerdo a las siguientes constataciones observadas

1. Una de las problemáticas está relacionada con **la rotura de los bordes** permitiendo que las partículas de cobre se depositen en ellas, haciendo que los bordes **pierdan la diferencia de sellado entre el borde y la placa** catódica la cual es de 3 decimas de mm. (borde agrietado)
2. Otra problemática es de **carácter estructural**, como se puede apreciar en las imágenes **las nervaduras no son lo suficientemente resistentes**, esto es debido a los constantes golpes que reciben al momento del ajuste con el cátodo y al diseño mismo del borde las que hacen que este **no sea estable**.
3. **La materialidad** de este borde en particular no responde a las necesidades requeridas ya que debido a su baja estructura no permite que el borde selle bien el cátodo, a diferencia del borde de ABS que responde bien estructuralmente pero su costo es elevado, además el diseño interior al ser irregular y pensado para ser producido mediante extrusión tampoco sella bien la placa de acero inoxidable.





4. **El mal diseño del** borde a través de su estructura provoca que se produzca un **arco en el borde** plástico. Al producirse este arco es más difícil para el operario introducir el borde en el cátodo lo que **genera una demora en el proceso** de armado, además de provocar en el usuario una carga sicológica mayor lo que lleva a golpear más el borde produciendo la ruptura de este, operación que no es tan engorrosa con el borde de material ABS.
5. El diseño de este borde mostrado en la imagen al igual que el de ABS deja mucho espacio descubierto de la lámina de acero inoxidable por lo que las **posibilidades de penetración de residuos aumentan**, debemos recordar que el material (cobre) está a un nivel de partícula por lo que se hace imprescindible un alto nivel de sellado.

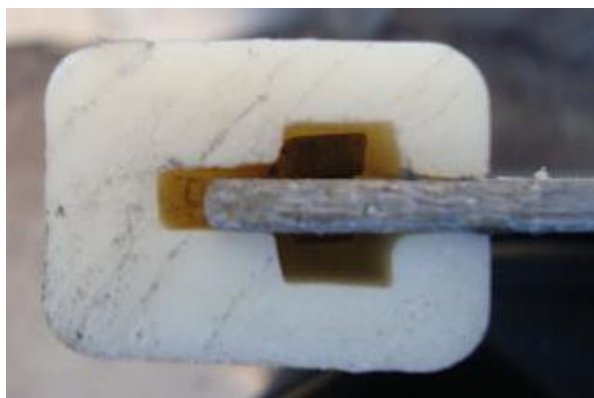
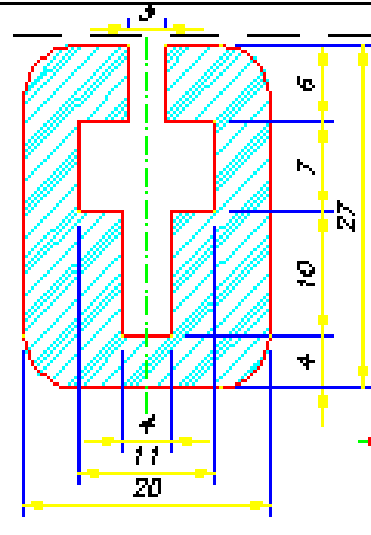
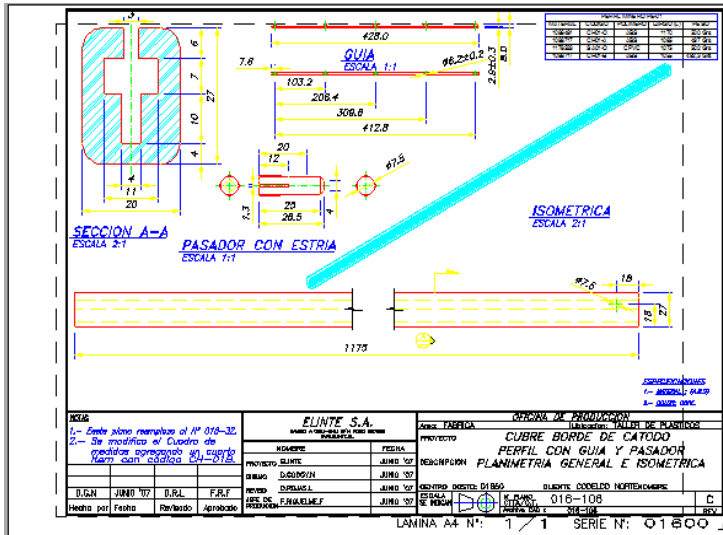


TABLA DE MEDIDAS BORDES

Plano N°	Modelo	Largo Interior	Medida	Largo Pieza	Medida	Material	Peso	Medida
016-106	CH01-O	23	mm.	1170	mm.	ABS	500	Grs.
016-106	CH01-A	23	mm.	1065	mm.	ABS	497	Grs.
016-106	SA01-O	23	mm.	1075	mm.	CPVC	502	Grs.
016-106	CH01-B	23	mm.	1055	mm.	ABS	492,3	Grs.
016-125		23	mm.	1103	mm.			
016-126		18,9	mm.	1100	mm.			
016-128		7,9	mm.	1330	mm.			
1600-129		9,2	mm.	1304	mm.			
1600-151		9	mm.	1100	mm.			
1600-151		9	mm.	1300	mm.			
PL-01-DW-01		18,9	mm.	1175	mm.	ABS		
PL-02-DW-01		9,5	mm.	1100	mm.	PP		
PL-02-DW-01		9,5	mm.	1300	mm.	ABS		

La lectura de esta tabla está relacionada con el catastro de planos obtenidos gracias a la minera Codelco Norte.



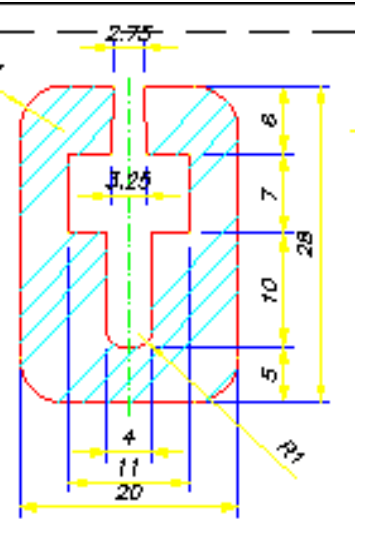
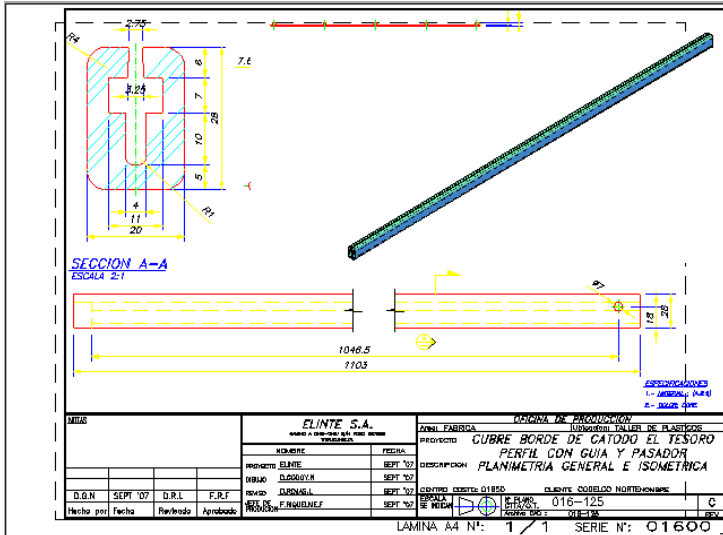


Plano N° 1600-106

Características:

Bordes Interiores Irregulares Rectos

Cuenta con pasadores con estrías



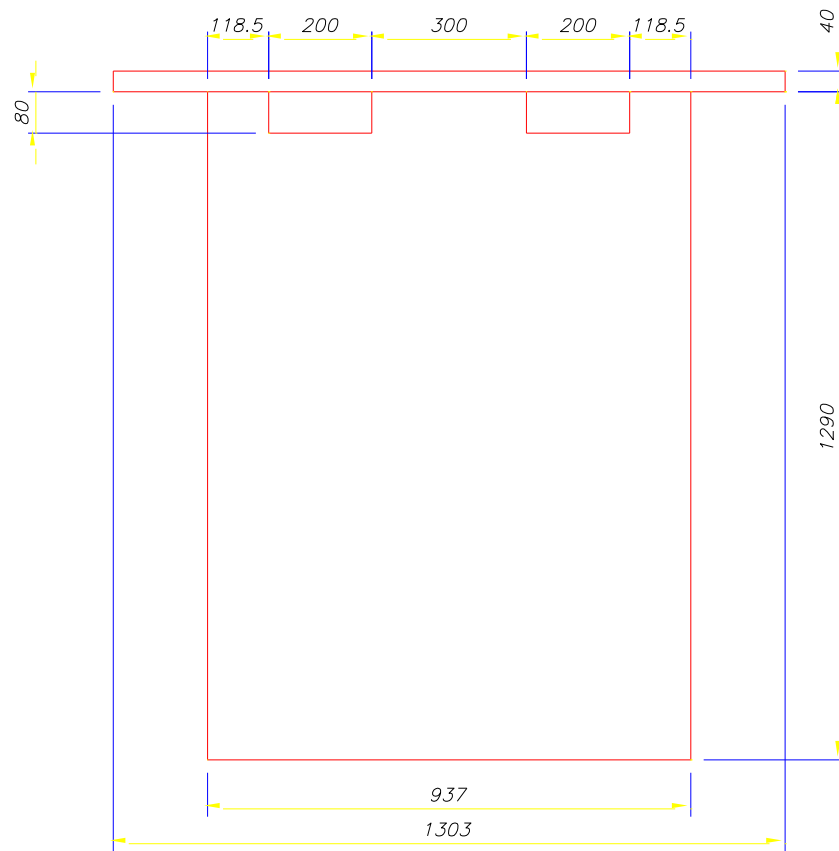
Plano N° 1600-125

Características:

Bordes Interiores Irregulares Curvos



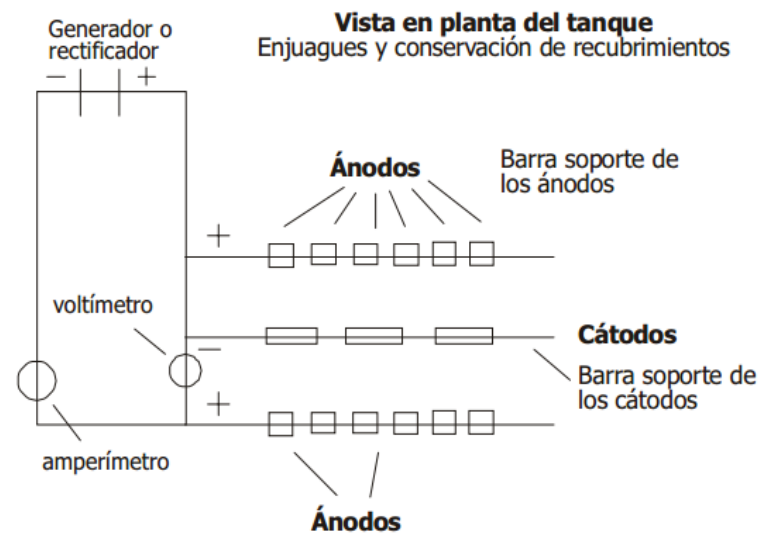
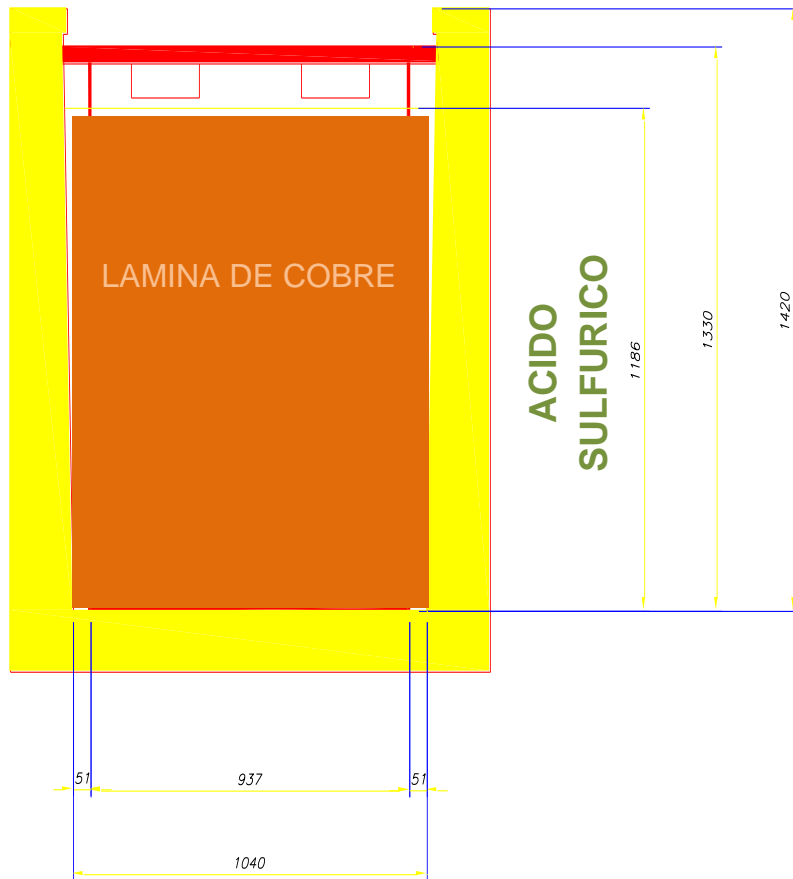
PLANO CÁTODOS



(Ver planimetrías en anexos)

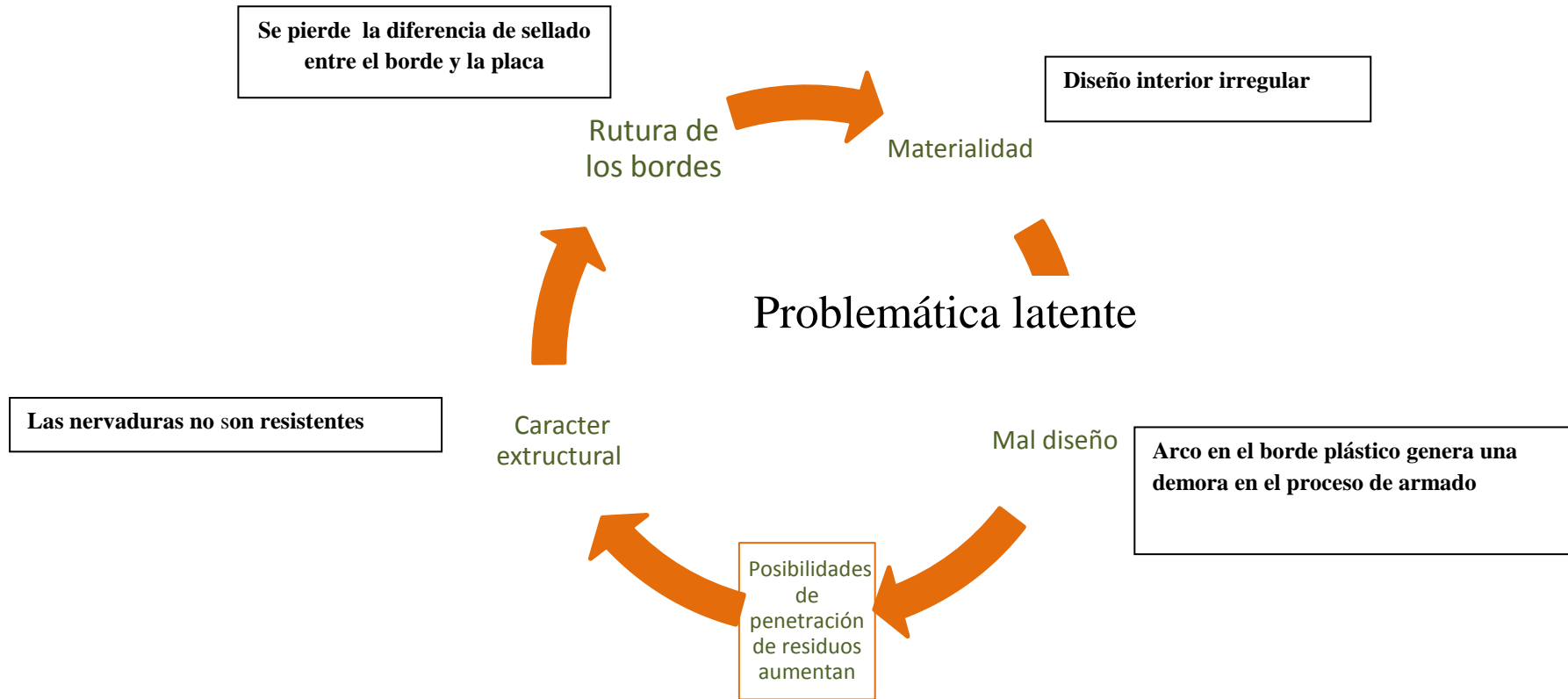


REPRESENTACIÓN TÉCNICA



Proceso de recubrimiento electrolítico.
Fuente: www.minambiente.gov.co





-
- Ahora que ya conocemos las problemáticas estructurales de los bordes, analizaremos la materialidad que necesitaremos para el desarrollo de nuestro proyecto.

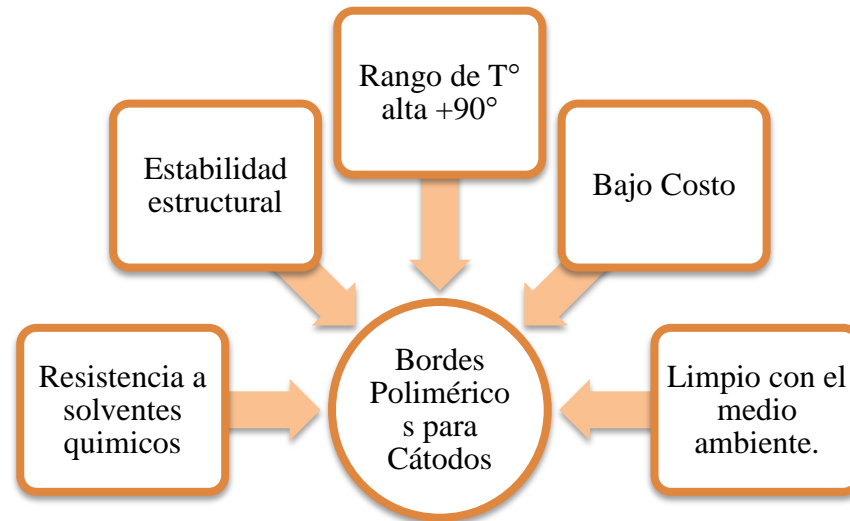


CAPITULO 4

MATERIALIDAD



CARACTERÍSTICAS NECESARIAS DE LOS MATERIALES PARA DEL DESARROLLO DE LOS BORDES



Para el desarrollo del cátodo necesitaremos cumplir con ciertos criterios proporcionados especialmente por el ambiente al cual es sometido, estos criterios son : resistencia química, resistencia a T°, estabilidad estructural, durabilidad de las cualidades.



MATERIALES UTILIZADOS EN EL MERCADO



Polipropileno	
$\left(\text{CH}_2 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} \right)_n$	
<u>Nombre químico</u>	poli(1-metiletileno)
Sinónimos	Polipropileno; Polipropeno;
<u>Fórmula química</u>	$-(\text{C}_3\text{H}_6)_n$
<u>Monómero</u>	<u>Propileno</u> (Propeno)
<u>número CAS</u>	9003-07-0 (atactico) 25085-53-4 (isotáctico) 26063-22-9 (sindiotáctico)
<u>Densidad</u>	Amorfo: 0,85 g/cm ³ Semicristalino: 0,95 g/cm ³
<u>temperatura de fusión</u>	173 °C
<u>Temperatura de degradación</u>	286 °C

Polipropileno (PP)

Polímero termoplástico, parcialmente cristalino, que se obtiene de la polimerización del propileno (o propeno). Pertenece al grupo de las poliolefinas y es utilizado en una amplia variedad de aplicaciones que incluyen empaques para alimentos, tejidos, equipo de laboratorio, componentes automotrices y películas transparentes. **Tiene gran resistencia contra diversos solventes químicos, así como contra álcalis y ácidos.**



Acrilonitrilo butadieno estireno

Alargamiento a la Rotura (%)	45
Coefficiente de Fricción	0,5
Módulo de Tracción (GPa)	2,1-2,4
Resistencia a la Tracción (MPa)	41-45
Resistencia al Impacto Izod (J m-1)	200-400
Absorción de Agua - en 24 horas (%)	0.3-0.7
Densidad (g cm-3)	1,05
Resistencia a la Radiación	Aceptable
Resistencia a los Ultra-violetas	Mala

Acrilonitrilo Butadieno Estireno (ABS)

Plástico muy resistente al impacto (golpes) muy utilizado en automoción y otros usos tanto industriales como domésticos. Es un termoplástico amorfo.

Se le llama plástico de ingeniería, debido a que es un plástico cuya elaboración y procesamiento es más complejo que los plásticos comunes, como son las polioleofinas (polietileno, polipropileno).

Características del ABS

El rasgo más importante del ABS es su **gran tenacidad**, incluso a baja temperatura (sigue siendo tenaz a $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$). **Además es duro y rígido; resistencia química aceptable;** baja absorción de agua, por lo tanto **buena estabilidad dimensional;** alta resistencia a la abrasión; se recubre con una capa metálica con facilidad.

El ABS se puede, en una de sus variantes, cromar por electrólisis dándole distintos baños de metal a los cuales es receptivo.



CAPITULO 5

ANTROPOMETRÍA DEL TRABAJADOR CHILENO



A continuación se presentan base de datos de características antropométricas de población nacional. En este sentido, la tabla 2.1 y la figura 2.7, presentan las referencias antropométricas de 2030 hombres chilenos de 17 a 60 años de edad (Apud y Gutiérrez, 1997), que incluye una muestra de 369 trabajadores forestales. Según lo anterior podemos decir que la referencia antropométrica medida es un reflejo de la población chilena y no debe ser tomado como una muestra específica del trabajador forestal, con esto queremos decir que esta medición puede ser válida para el trabajador minero.

La información resume algunas de las dimensiones más importantes para orientar el diseño de puestos de trabajos, en los cuales las personas trabajan en posición de pie o sentada.



Tabla 2.1. Características antropométricas de hombres chilenos de 17 a 60 años de edad.

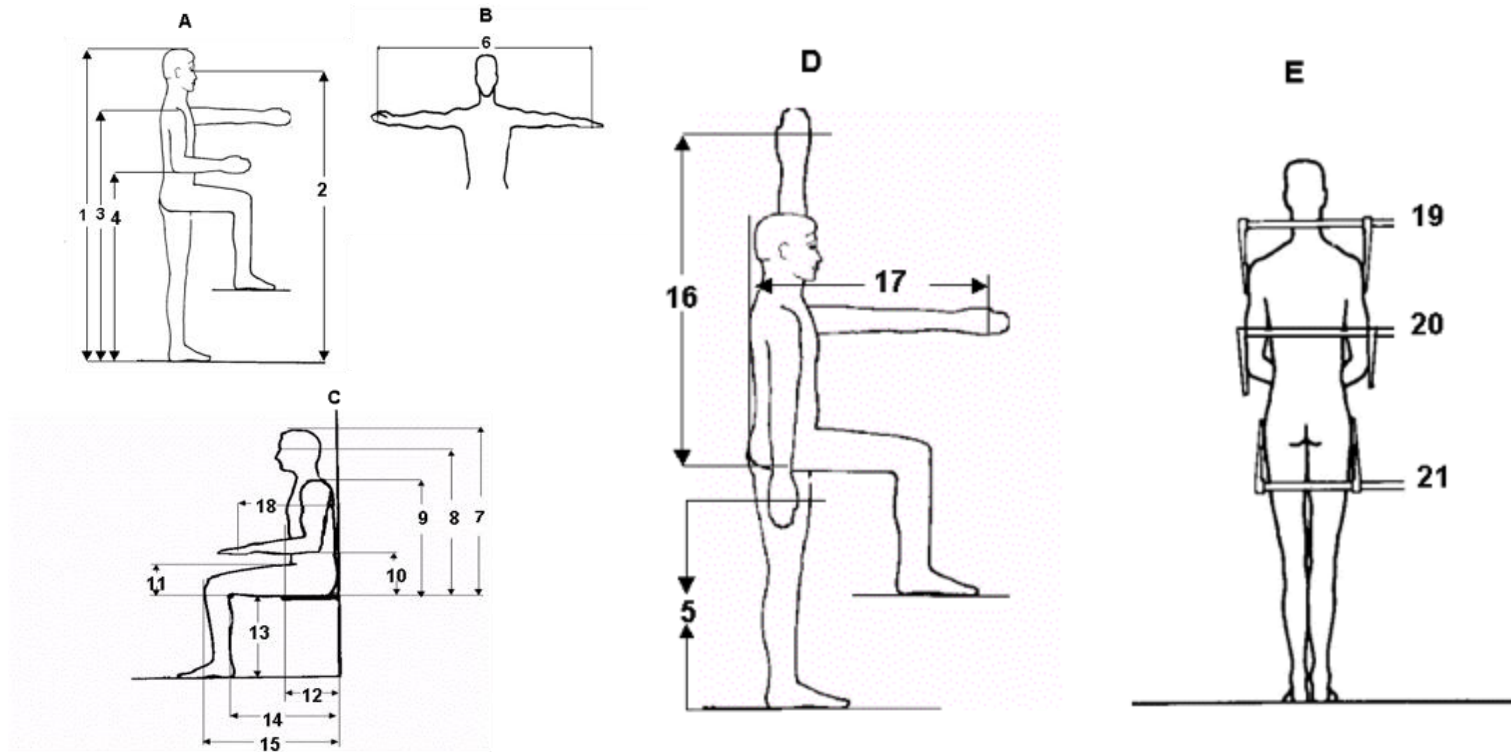
DIMENSIONES ANTROPOMETRICAS (cm)	NUMERO EN LA FIGURA 2.7	PERCENTILES			
		MEDIA	D.E	5	95
POSICION DE PIE					
ESTATURA	1	168,8	6,7	157,8	179,8
ALTURA OJO SUELO	2	158,4	6,7	147,3	169,4
ALTURA HOMBRO SUELO	3	139,2	6,0	129,3	149,0
ALTURA CODO SUELO	4	104,5	4,9	96,4	112,5
ALTURA NUDILLO SUELO	5	74,2	4,5	66,7	81,6
ENVERGADURA	6	154,2	6,5	143,5	165,0

POSICIÓN SENTADO					
ESTATURA SENTADO	7	89,7	3,5	83,9	95,5
ALTURA OJO ASIENTO	8	79,4	4,2	72,5	86,3
ALTURA HOMBRO ASIENTO	9	60,2	3,8	54,0	66,4
ALTURA CODO ASIENTO	10	25,4	4,0	18,9	31,9
ALTURA MUSLO ASIENTO	11	14,0	1,8	11,2	16,9
PROFUNDIDAD ABDOMEN	12	25,6	4,0	19,1	32,2
ALTURA POPLITEA	13	40,1	2,8	35,5	44,8
DIST. GLUTEO-POPLITEA	14	46,0	3,1	41,0	51,0
DIST. GLUTEO-ROTULAR	15	57,5	3,6	51,6	63,4
ALCANCE VERTICAL	16	160,8	7,0	149,4	172,2
ALCANCE FRONTAL	17	75,0	4,5	67,7	82,4
ALCANCE ANTEBRAZO	18	42,2	2,4	38,3	46,1
ANCHO DE HOMBROS	19	41,4	3,2	36,2	46,6
ANCHO ENTRE CODOS	20	51,9	4,9	43,9	59,9
ANCHO DE CADERAS	21	34,4	2,9	29,7	39,2

Fuente: EEE- Antropometría del Trabajador Chileno
www.ergonomia.cl

Figura 2.7. Esquema de las características antropométricas de hombres chilenos presentadas en la tabla 2.1





Respecto a las medidas antropométricas, en general las referencias se presentan como frecuencias acumuladas expresadas en percentiles. Sin embargo, en términos prácticos, estos valores representan el "porcentaje de la población que está bajo una determinada medida antropométrica".

Por ejemplo, el 95 percentil de la estatura descalzo es 179,8 cm. Ello significa que un 95 por ciento de la población tiene una estatura inferior a 179,8 cm y, al mismo tiempo se puede interpretar que, sobre esta medida existe un 5 por ciento de la población.

La razón de presentar la información en percentiles, se debe a que para los diseñadores es prácticamente imposible acomodar a toda la población, puesto que en cualquier grupo humano hay grandes variaciones de



tamaño, desde enanos a gigantes. Por este motivo, para diseño ergonómico, los estándares antropométricos se restringen al 95 % de la población. Esto significa excluir al 5 por ciento de los individuos más grandes o el 5 por ciento de los más pequeños, según las dimensiones requeridas para un determinado aspecto del diseño.

Respecto al uso de las bases de datos para el diseño de puestos de trabajo, una consideración importante es que normalmente no es conveniente tomar como referencia al usuario promedio. Ello se puede ejemplificar con la altura mínima de una puerta.

En este sentido, para que gran parte de los usuarios que cruzan la puerta, no se golpeen la cabeza en el umbral, es necesario considerar la estatura de los más altos.

De caso contrario, si empleamos el valor promedio de estatura, todas las personas que están sobre la media se tendrían que inclinar para no golpearse la cabeza.

En otras situaciones, se recomienda usar las dimensiones de los sujetos más pequeños.

Al respecto, existen oportunidades en las cuales se requiere definir cuál es la "máxima dimensión que debe tener alguna medida del puesto de trabajo". En tales casos, se utiliza las dimensiones de los sujetos más pequeños o el 5 percentil.

Por ejemplo, para que todos los trabajadores puedan alcanzar desde su asiento una palanca de cambio, es necesario seleccionar el 5 percentil del alcance funcional de la población usuaria. De este modo, si los de menor alcance de brazos pueden controlar el dispositivo, el resto de los trabajadores podrá utilizar el sistema.

Estas bases de datos también permiten establecer cuáles son los rangos de ajuste de los equipos. Por ejemplo, la altura poplítea es la dimensión antropométrica utilizada para definir la altura de butacas o asientos. Si se elige una butaca con ajuste vertical, debería regularse entre 35,5 y 48,8 cm, que es el rango de altura poplítea de varones chilenos (ver tabla 2.1). A esta dimensión es necesario agregar algunos centímetros que permitan corregir la altura del calzado.

Como se puede deducir, para efectuar un análisis de sobrecarga postural y proponer soluciones, es indispensable disponer de referencias antropométricas de los usuarios.



ERGONOMÍA AMBIENTAL

Es importante tener en cuenta cuales son las condiciones del ambiente ya que estos nos proporcionaran los parámetros para poder desarrollar nuestro borde, esto además nos proporcionara los fundamentos de traslado de la línea de armado. Las condiciones ambientales en la planta de electrolisis son bastantes especificas, una de estas es la **alta T°** logrado a **través de un potencial eléctrico** para lograr un desplazamiento de los iones y aumentar su velocidad de esta forma poder lograr el recubrimiento. Debemos recordar que el **cátodo estará inmerso en acido sulfúrico**, además de **altas concentraciones de metal, humo, gases, vapores, polvos, partículas finas y contaminantes por electrolito**.



El funcionamiento de acido sulfúrico está alrededor de los **80° C°**. Esto hace que la **T° ambiental** también **sea alta** y el desempeño y las actividades productivas del trabajador disminuyan en relación a condiciones de T° normal. La seguridad, si bien se sabe que las normas son altas ya que se está dentro de una faena minera el hecho que se esté trabajando en un ambiente altamente corrosivo hace que el peligro este latente en cualquier momento.

Por lo tanto si sumamos altas T° y acido sulfúrico las posibilidades que el borde polimérico pierda sus cualidades son altas, por lo que debemos hacer una muy buena elección del material que nos permita trabajar en este ambiente.



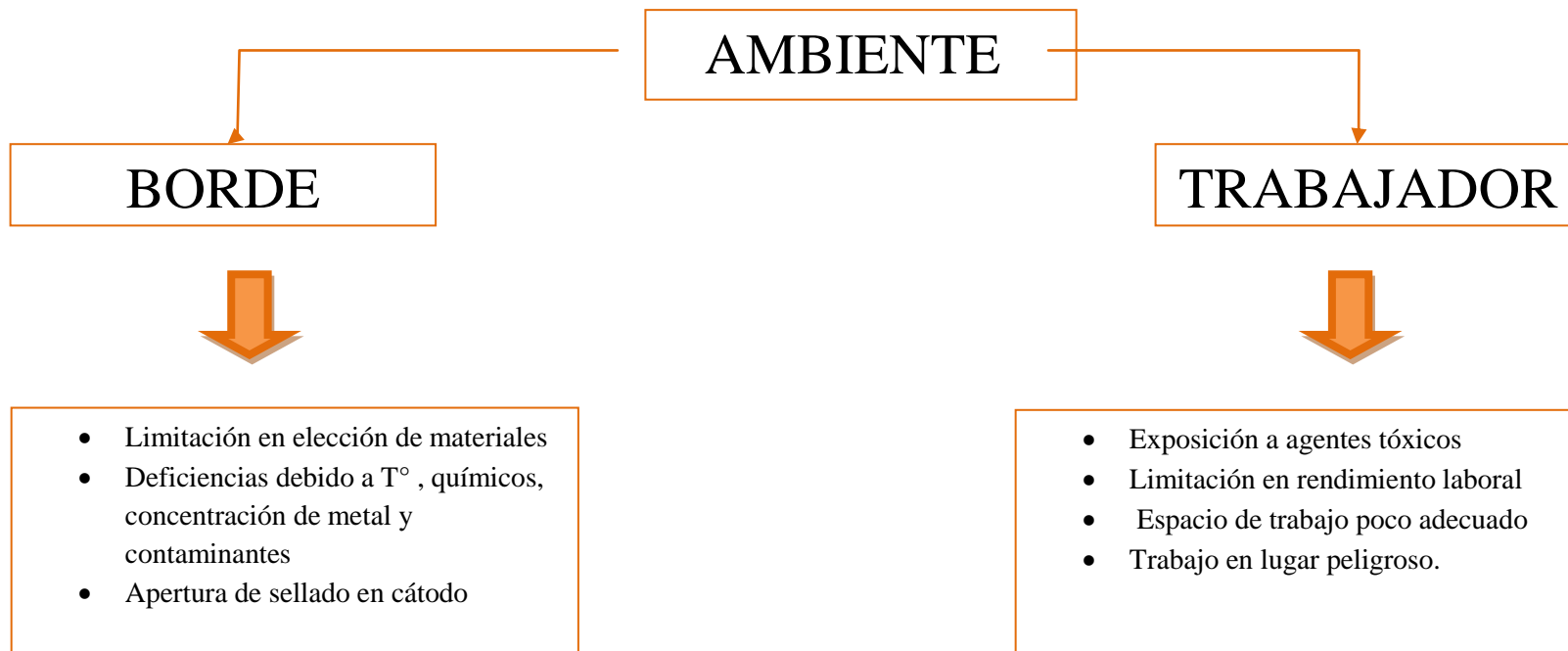
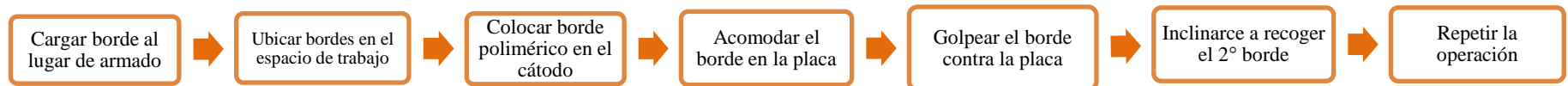


Tabla de influencia entre el ambiente y borde polimérico o trabajador
Fuente: Elaboración propia.



EVALUACIÓN DE PUESTOS DE TRABAJO

ARMADO DE CÁTODOS



Proceso de armado de Cátodos para la evaluación del puesto de trabajo Fuente: Elaboración Propia.

EQUIPOS

Los equipos necesarios para el desarrollo del proceso son:

- Barra para acomodar los bordes.
- Instrumentos de Seguridad → Gafas, guantes, zapatos, casco, protectores auditivos etc.



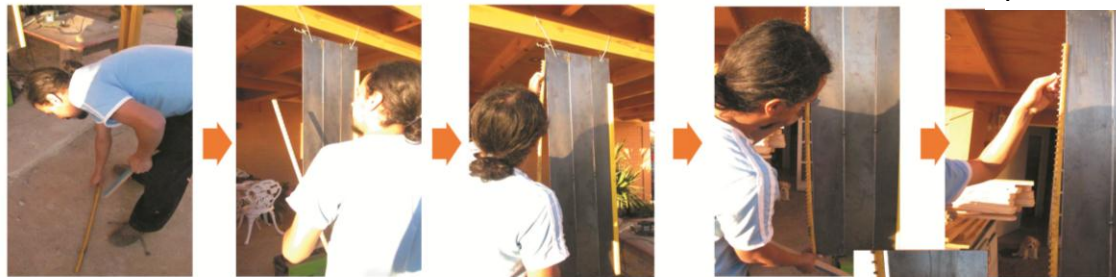
VALIDACIÓN VIVENCIAL DEL PROCESO



Sobrecarga postural
extremidad superior

Buen ajuste en borde con
rigidez estructural

Golpe de ajuste con
equipo (mano- muñeca
posición cubital)



Nueva sobrecarga postural
en extremidad superior

Mal ajuste en borde con
nervadura. Retrasando el
armado del cato

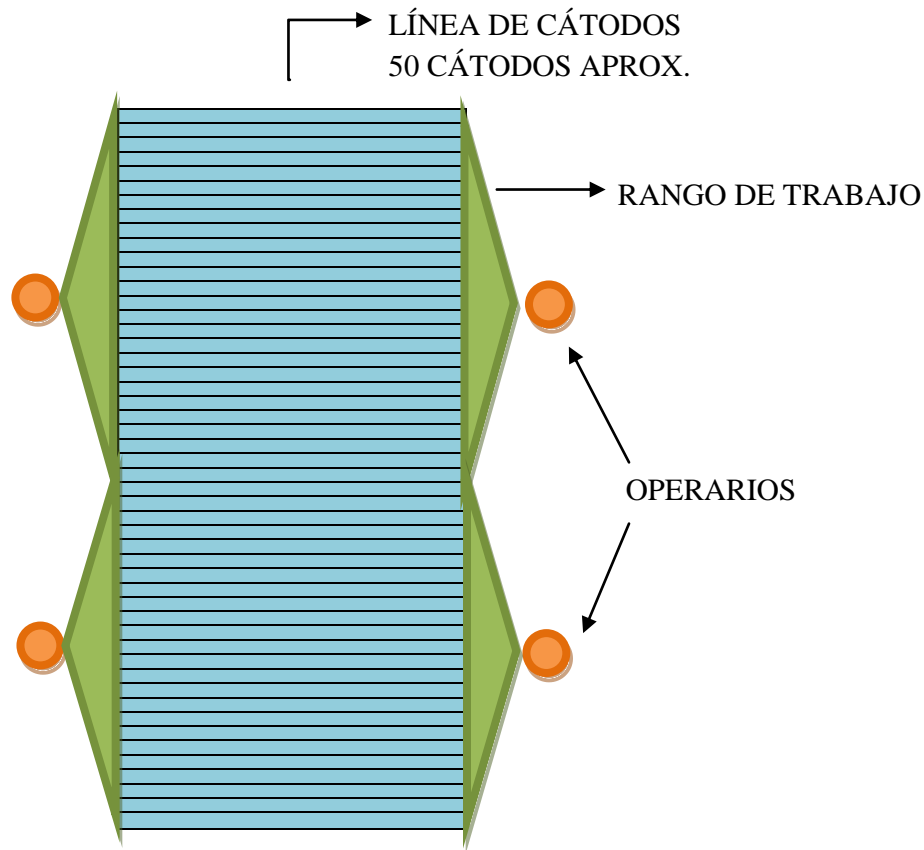
Detalle curvatura del Borde.



- Desarrollo vivencial para comprender el proceso productivo, tiempo aproximado del armado de cátodos 42 segundos. Se recuerda que esta operación debe ser tomada solamente como referente ya que la propuesta de este proyecto es generar una nueva línea de armado de cátodos.

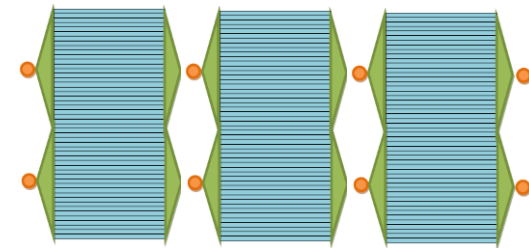


ESPACIO DE TRABAJO



Vista superior del sistema de armado de cátodos.

La **cantidad de operarios** en la línea de producción en la Planta Electrolítica es **de 2 a 4**, los cuales su rango de trabajo es de **25 Cátodos por sección** (en el caso de 4 operarios).



Espacio de armado de Cátodos

La **disposición del espacio** de trabajo en especial de los materiales requeridos para el armado de cátodos **no responde a las necesidades ergonómicas del trabajador**.

La **fuerza necesaria** para el manejo del borde **es baja**, ya que el peso individual es de 500 grs., esta es **sostenida alrededor de 42 segundos** medidos en la validación vivencial del armado. Otra situación importante es **el traslado completo del contenido** para la línea el cual es **aproximadamente de 50 kilos**.



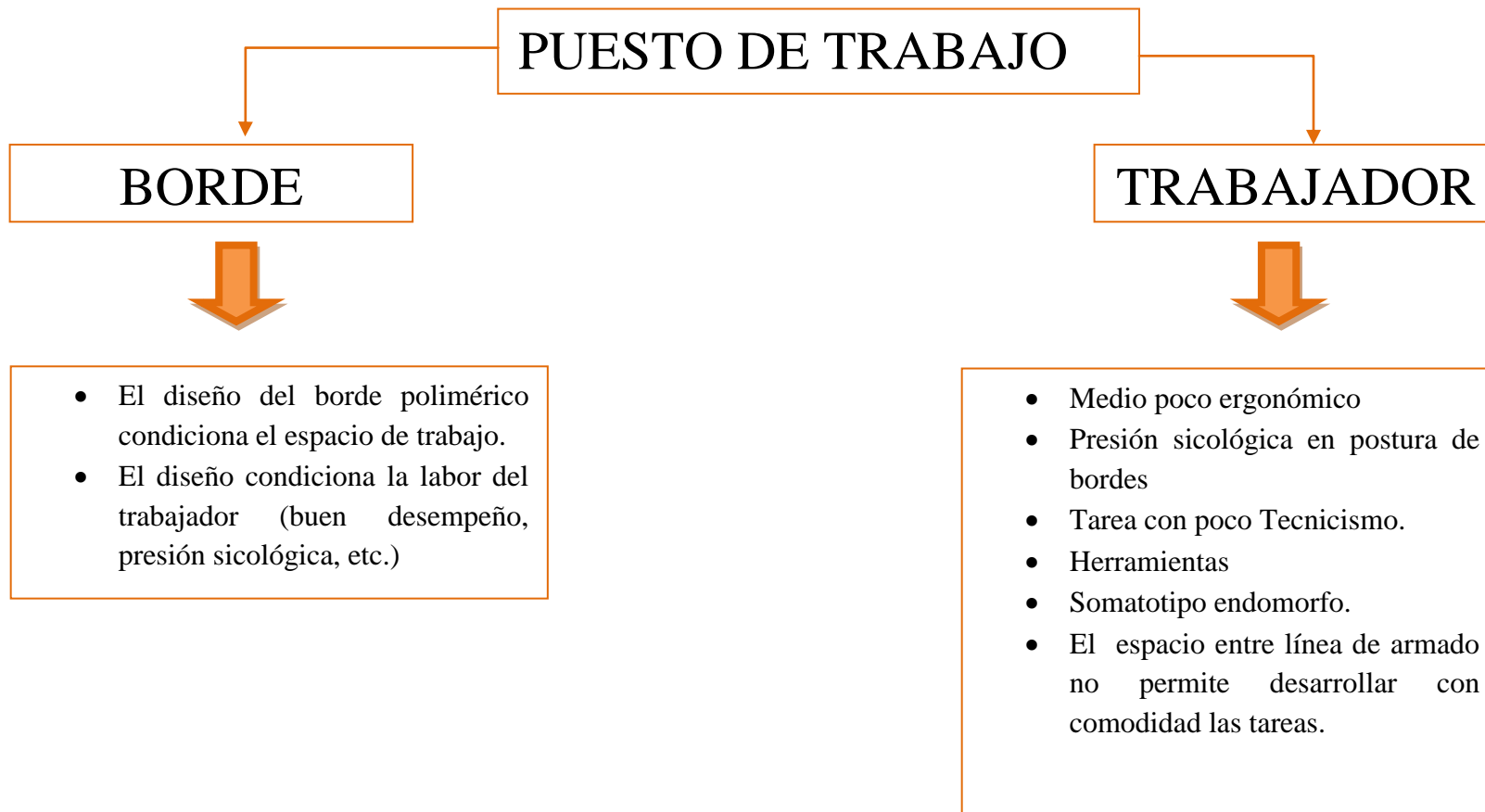


Tabla de influencia entre el Puesto de trabajo y borde polimérico o trabajador
Fuente: Elaboración propia.



TRABAJO REPETITIVO



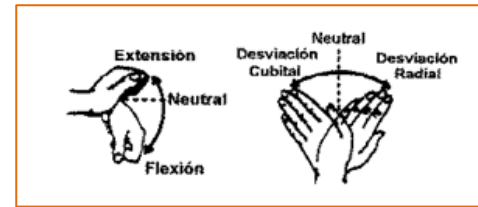
Si bien el movimiento manual de cargas en relación al peso es mínimo, **el trabajo repetitivo puede producir micro traumatismo** a causa del trabajo repetitivo o por traumas acumulados **a causa del 1^{er} movimiento del proceso** de armado de cátodos.

La **duración del ciclo completo** en la validación vivencial del proceso **es de 42 segundos** (ver secuencia de operaciones en la evaluación del puesto de trabajo)

El **proceso de ajuste del borde** se lleva a cabo **mediante el golpe con una barra**, lo que produce un incremento repetitivo de **desviación cubital** en la muñeca, aumentando el riesgo de **lesiones en tejidos blandos**.

En esta imagen se nota la tensión requerida para generar el ajuste, lo que puede llevar a producir una presión de los tendones en la estructura adyacente.

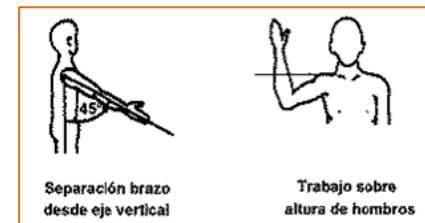




Posiciones mano-muñeca Fuente: Dimensiones Humanas de los Espacios Interiores, G.Gili

Debido a la altura del proceso de debe desarrollar la **tarea sobre la altura de los hombros** lo que es **considerado carga postural**. Además del **constante golpe que reciben las articulaciones** al situar los bordes plásticos en los cátodos

Existe un **ángulo poco natural** al momento de ajustar el límite inferior del borde debido a la **altura en la que se encuentra el cátodo aproximadamente 80 cm.**



Posición antebrazo

Fuente: Manual de Ergonomía Forestal, Apud, 1999



COSTOS ENERGETICOS SEGÚN TIPOS DE TRABAJOS

Evaluación efectuada según el Decreto Supremo N°594 establece los siguientes criterios de evaluación.

COSTO ENERGETICO SEGÚN TIPO DE TRABAJO	
Sentado	90 Kcal/h
De Pie	120 Kcal/h
Caminando (5 Km/h sin carga)	270 Kcal/h
Escribir a mano a máquina	120 Kcal/h
Limpiar ventanas	220 Kcal/h
Planchar	252 Kcal/h
Jardinería	336 Kcal/h
Andar en bicicleta (16 km/h)	312 Kcal/h
Clavar con martillo (4,5 Kg.15 golpes/min.)	438 Kcal/h
Palear (10 veces/minuto)	468 Kcal/h
Aserrar madera (sierra de mano)	540 Kcal/h
Trabajo con hachas (35 golpes / minuto)	600 Kcal/h



Para determinar la carga de trabajo según el artículo 98 del decreto supremo N° 594, se deberá calcular el costo energético ponderado en el tiempo, considerando la carga de costo energético según tipo de trabajo, de acuerdo a la siguiente ecuación.

$$M \text{ promedio} = \frac{M_1 \times t_1 + M_2 \times t_2 + \dots + M_n \times t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}$$

Siendo M_1, M_2, \dots, M_n el costo energético para las diversas actividades y periodos descansos del trabajador durante los periodos de tiempo t_1, t_2, \dots, t_n (en horas)

Por lo tanto debemos decir que la carga energética utilizada por el operario es el siguiente:

M_1 =Sentado (90) T_1 =0,5

M_2 =De pie (120) T_2 =7,5

M_3 =Caminando (270) T_3 =0,5

M_4 =Clavar con Martillo (golpear los bordes 438) T_4 =5



$$M \text{ Promedio} = \frac{(M_1)90 \times 0,5 + (M_2)120 \times 7,5 + (M_3)270 \times 0,5 + (M_4)438 \times 5}{0,5 + 7,5 + 0,5 + 5}$$

$$0,5 + 7,5 + 0,5 + 5$$

$$= \frac{(M_1)45 + (M_2)900 + (M_3)135 + (M_4)2190}{(n) 13,5}$$

$$(n) 13,5$$

$$= \frac{(M_n) 3270}{(n) 13,5}$$

$$(n) 13,5$$

$$M \text{ Promedio} = 242,22$$



A esto debemos sumar los límites permisibles del índice TGBH en °C

TBH = Temperatura de bulbo húmedo natural, en °C

Se medirá con éste la temperatura de bulbo húmedo natural y consiste en un termómetro cuyo bulbo estará recubierto por un tejido de algodón. Este deberá mojarse con agua destilada durante no menos de media hora antes de efectuarse la lectura, se prolongará aproximadamente una longitud igual a la del bulbo y estará sumergido en un recipiente conteniendo agua destilada.

TG = Temperatura de globo, en °C

Se medirá con éste la temperatura del globo y consiste en una esfera hueca de cobre, pintada de color negro mate, con un termómetro o termocupla inserto en ella, de manera que el elemento sensible esté ubicado en el centro de la misma, con espesor de paredes de 0,6 mm. y su diámetro de 150 mm. Aproximadamente.

Se verificará la lectura del mismo cada 5 minutos, leyendo su graduación a partir de los primeros 20 minutos hasta obtener una lectura constante.

TBS = Temperatura de bulbo seco, en °C

Es la medida con un termómetro convencional de mercurio o similar cuyo bulbo se encuentra seco.

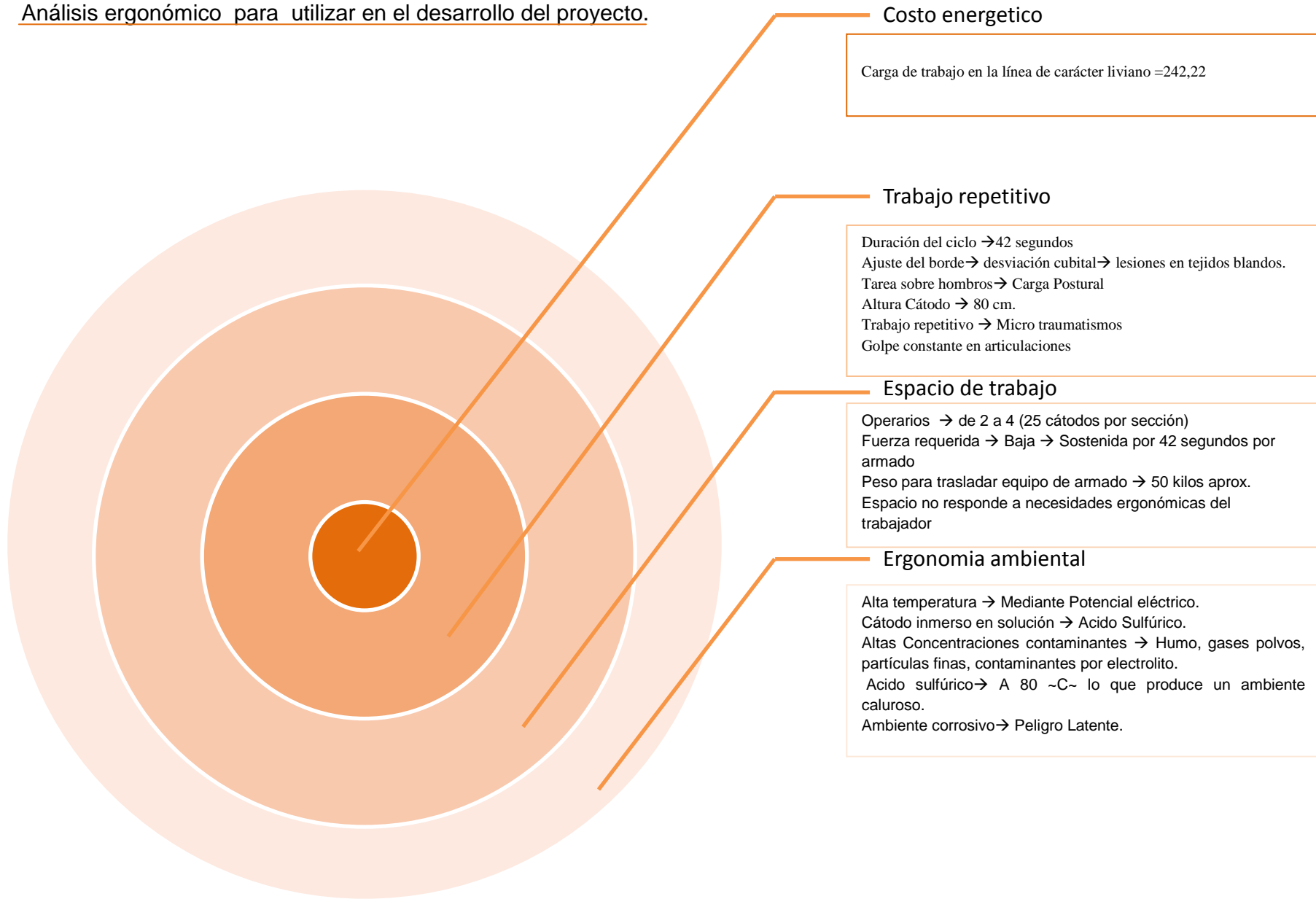
Carga de trabajo según Costo energético (M)

Tipo de Trabajo	Liviana inferior a 375 Kcal/h	Moderada 375 a 450 Kcal/h	Pesada Superior a 450 Kcal/h
Trabajo Continuo	30,0	26,7	25,0
75% trabajo 25% descanso, cada hora	30,6	28,0	25,9
50% trabajo 50% descanso, cada hora	31,4	29,4	27,9
25% trabajo 75% descanso, cada hora	32,2	31,1	30,0

Por lo tanto **según esta tabla la carga de trabajo del operario en la línea que analizamos para este proyecto es de carácter liviano** y su labor puede fluctuar entre las temperaturas descritas anteriormente.



Análisis ergonómico para utilizar en el desarrollo del proyecto.



Costo energetico

Carga de trabajo en la línea de carácter liviano =242,22

Trabajo repetitivo

Duración del ciclo →42 segundos
 Ajuste del borde→ desviación cubital→ lesiones en tejidos blandos.
 Tarea sobre hombros→ Carga Postural
 Altura Cátodo → 80 cm.
 Trabajo repetitivo → Micro traumatismos
 Golpe constante en articulaciones

Espacio de trabajo

Operarios → de 2 a 4 (25 cátodos por sección)
 Fuerza requerida → Baja → Sostenida por 42 segundos por armado
 Peso para trasladar equipo de armado → 50 kilos aprox.
 Espacio no responde a necesidades ergonómicas del trabajador

Ergonomia ambiental

Alta temperatura → Mediante Potencial eléctrico.
 Cátodo inmerso en solución → Acido Sulfúrico.
 Altas Concentraciones contaminantes → Humo, gases polvos, partículas finas, contaminantes por electrolito.
 Acido sulfúrico→ A 80 -C- lo que produce un ambiente caluroso.
 Ambiente corrosivo→ Peligro Latente.



CAPITULO 6

SISTEMA DE TRABAJO



A continuación se establecerán un estudio sobre los principios básicos de ergonomía en el diseño de los sistemas de trabajo a través de la aplicación de la Norma Chilena NCH 2632. Of 2002 la cual fue aprobada por el consejo Nacional de Normalización.

“El diseño físico de los sistemas de trabajo, debe considerar como factor restrictivo básico, las capacidades normales del ser humano, sean físicas, sicológicas o cognitivas. De esta forma, se logra que los diseños físicos de los sistemas de trabajo no generen ningún tipo de sobrecarga sobre las personas. Para ello, el diseño físico de los sistemas de trabajo debe contar con la aplicación del conocimiento de la ergonomía”.

Alcances de la Norma NCh2632.Of2002 en relación a nuestra investigación

1. Sistema de Trabajo: comprende a una o más personas y el equipamiento de trabajo actuando conjuntamente en el proceso de trabajo, para cumplir la tarea de trabajo , en el espacio de trabajo , en el medioambiente de trabajo , bajo las condiciones impuestas por la tarea de trabajo.
- >El sistema de trabajo actual consiste en realizar la tarea de armar cátodos, efectuados por una a cuatro personas mediante un listón plástico para golpear e introducir el borde plástico en la placa de acero inoxidable.



2. Tarea de trabajo: operación u operaciones requeridas para lograr un resultado previsto.

- >Recoger los borde poliméricos dejados en el suelo.
- >Golpearlos con un bastón plástico en el borde del cátodo.
- >Impedir la caída del borde plástico por una postura incorrecta.



3. Operación de Trabajo: Acciones requeridas para el desarrollo de la tarea previsto.

- >poner las placas en la línea de montaje (operación de traslado)
- >traer bordes de bodega (operación de traslado)
- >colocar bordes en placas (operación de esfuerzo físico)
- > volver placas a la línea productiva (operación de traslado)



4. Equipamiento de Trabajo: herramientas, maquinas, vehículos, dispositivos, muebles, instalaciones y otros componentes utilizados en el sistema de trabajo.

> Los equipamientos utilizados en el actual proceso de armado de cátodos son: listón plástico, además de los implementos de seguridad requeridos por el ambiente de trabajo. (Casco, guantes, filtros de aire, zapatos de seguridad, casaca protectora, buzo)

5. Proceso de trabajo: secuencia en el, tiempo y en el espacio de las interacciones entre personas, equipamientos de trabajo, materiales, energía e información de un sistema de trabajo.

> traer lote de bordes plásticos hacia el lugar de armado de cátodos

> dejar los bordes en el suelo

> recoger cada uno de los bordes para el armado de los cátodos

> sobreponer los bordes en la placa de acero inoxidable

> golpear los bordes con el listón plástico.

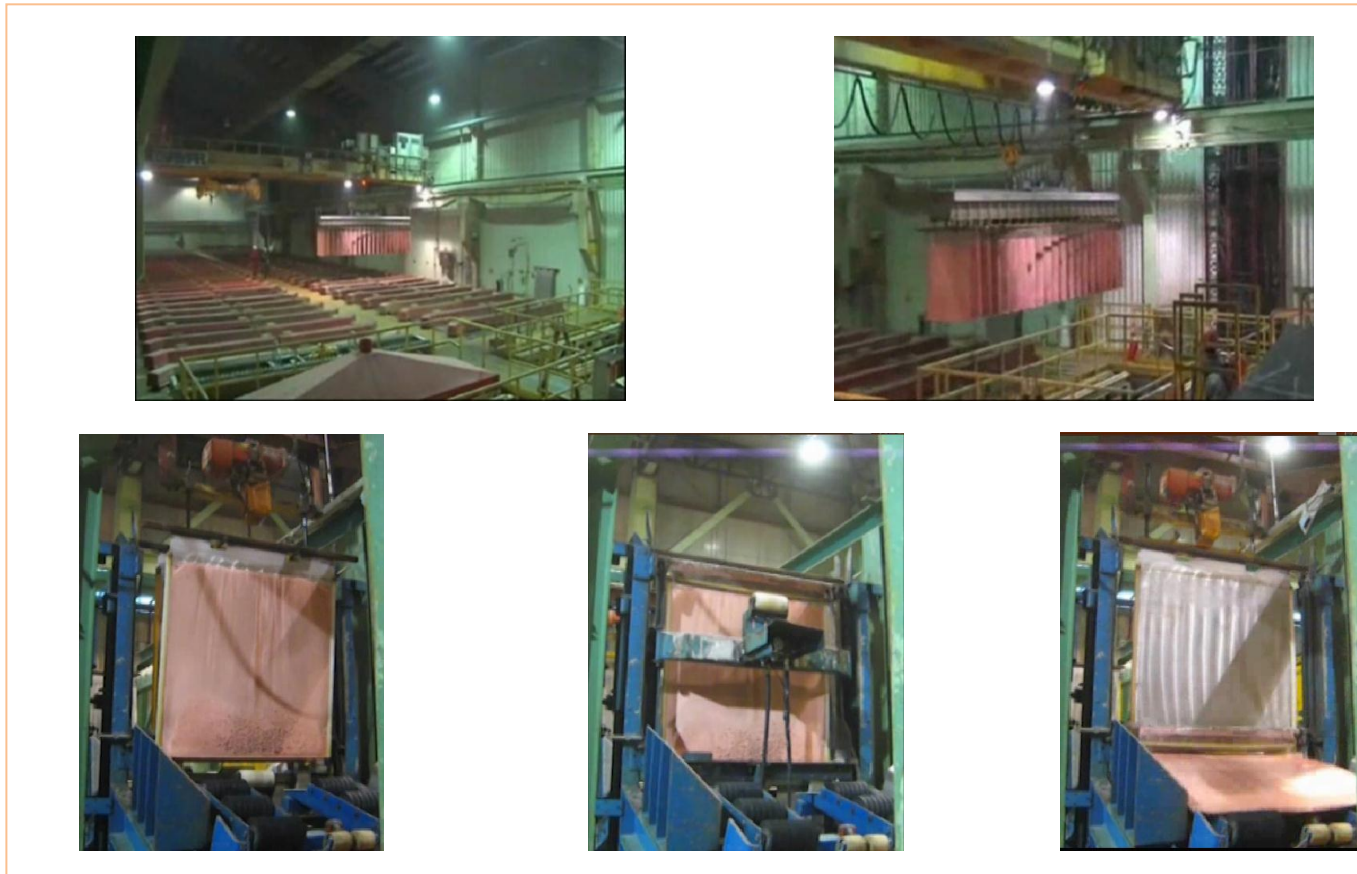


6. Espacio de trabajo: volumen asignado a una o más personas en el sistema de trabajo para ejecutar satisfactoriamente la tarea de trabajo.
- El volumen de cátodos en la línea de armado alcanza un total de 50 placas por ronda trabajadas por una a cuatro personas.



7. Medio ambiente de trabajo: conjunto de factores físicos, químicos, biológicos, organizacionales, sociales y culturales que rodean e interactúan con una o más personas en su espacio de trabajo; sin embargo, los factores sicosociales y culturales no se contemplan en esta norma.

>El medio ambiente en el que está inmerso la línea de armado de cátodos está altamente contaminado ya sea con factores químicos propio del trabajo en la planta, como con factores ruidosos.



8. Exigencias del trabajo: suma de aquellas condiciones y exigencias externas a la persona en el sistema de trabajo que podrían conducir a perturbar el estado fisiológico y/o psicológico de dicha persona.

>El procedimiento para el armado de los cátodos es inadecuado ya que la ergonomía del trabajo no está pensada, el hecho de que el operario se incline más de 25 veces por sesión y los movimientos inadecuados para poner los bordes en los cátodos produce un desgaste innecesario, a esto debemos sumar la presión y alteración psicológica producto de las innumerables caídas de bordes por el poco tecnicismo de la línea de armado.



9. Carga provocada por el trabajo (o reacción interna): efecto de la exigencia sobre una persona, que depende de las características individuales.

> El desgaste físico producido por las malas posturas es la exigencia mas notoria ya que la fuerza física es considerada aceptable.

10. Fatiga provocada por el trabajo: manifestación local o general, no patológica de la carga de trabajo, completamente reversible con el descanso.

> La manifestación más clara son los problemas lumbares a raíz de las malas posturas.



11. Puesto de trabajo: combinación del equipo de trabajo y el espacio de trabajo, en el medioambiente de trabajo, para un trabajo determinado.

> Los recursos con que se cuentan para la línea de armado de cátodos son muy limitados dificultando esta tarea y provocando un desgaste innecesario en el operario.



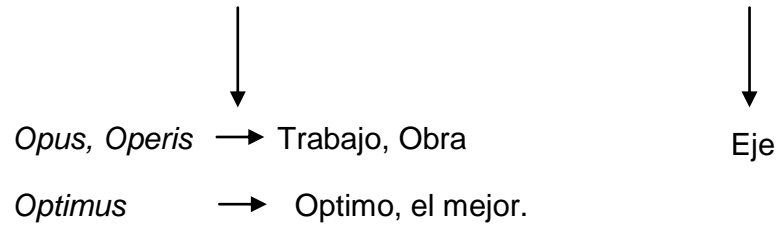
CAPITULO 7

PROPUESTA



PROPUESTA CONCEPTUAL

- **Optimización de procesos como axis al conjunto de etapas sucesivas.**

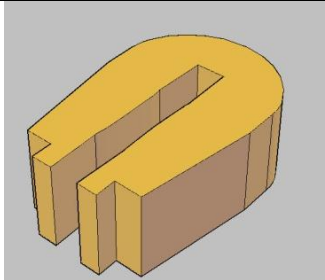
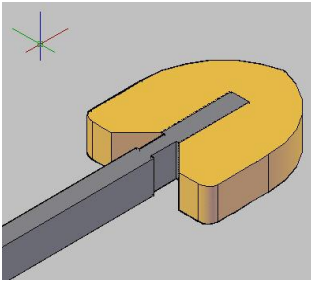


Se desea desarrollar un sistema de bordes incorporados en el armado de los cátodos, de esta forma evitar la ineficiencia del actual producto, aumentando su durabilidad y eficacia. Gracias al replanteamiento de diseño del actual producto se formula una nueva propuesta de armado de cátodos a través de una modificación de su línea de montaje, la cual se pretende externalizarla del ambiente corrosivo, dando una mejora al ambiente laboral, proyectando analizar y proponer soluciones ergonómicas al armado del sistema disminuyendo los riesgos laborales a los que están expuesto, debido al ambiente inhóspito y corrosivo propio de una planta minera, todo esto a través del producto mismo y del diseño mostrado a continuación.

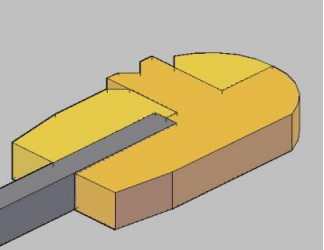
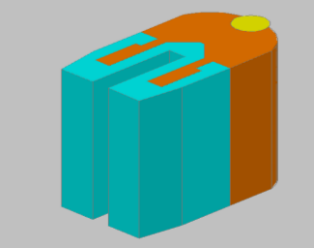
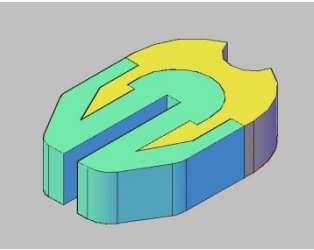
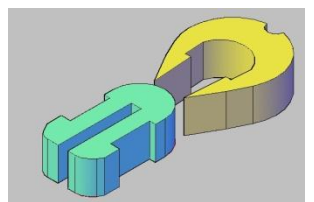


GÉNESIS FORMAL

CUADRO COMPARATIVO DE DISEÑO

CARACTERÍSTICAS	DEBILIDADES	DISEÑO	APORTE
1 pieza Bajo costo de matriz Bajo peso en la pieza Bordes para soldar a Cátodo	>Aumenta Costo en mecanizado de placa. >Debilitamiento de Cátodo. (debilidad critica)		Cuestionamiento en el desarrollo de producción del producto
1 pieza Bajo costo de matriz bajo peso en la pieza Borde biselado para aplicar termofusión	>Aumenta Costo en mecanizado de placa. >Debilitamiento de Cátodo. (debilidad critica)		Nace la idea de la aplicación de un revestimiento capaz de soportar el ambiente corrosivo.



<p>2 piezas</p> <p>alto costo de matriz</p> <p>Se mantiene el peso total</p> <p>Borde con encaje para fusión</p> <p>Aumento en tiempo del</p>	<p>>Aumenta Costo en producción inicial</p>		<p>Cuestiona el método de armado de los bordes generando nuevas ideas.</p>
<p>Armado del cátodo.</p> <p>3 piezas</p> <p>Borde con encaje para fusión</p> <p>Aumento en tiempo del Armado del cátodo.</p>	<p>>Aumenta Costo en producción inicial</p> <p>>Armado práctico sin necesidad de herramientas especializadas</p> <p>>Alto costo de Matriz</p>		<p>Primera idea del producto final evaluando encajes, sistema de armado materiales y geometría</p>
<p>Armado de 2 piezas</p> <p>Costo de matriz bajo (Extruido)</p> <p>Fácil Armado</p>	<p>>Pesos superiores a los del Mercado + Costos</p> <p>>Las propiedades del material no responde a la geometría</p>		<p>Da pie para mejorar la geometría De acuerdo a las propiedades de Los materiales utilizados</p>
<p>Armado de 2 piezas</p> <p>Costo de matriz bajo (Extruido)</p> <p>Fácil Armado</p>	<p>>Se disminuyeron los pesos</p> <p>>Aun presenta problemas entre la Geometría y el material</p>		<p>Solucionar problemas con la fluidez del material a través de la geometría del producto.</p>



MATERIALIDAD

- Aplicación de revestimiento en el canto del cátodo utilizado como sello entre los bordes y el cátodo.

COR COTE UCR (FF)

Ultra chemical resistance flake Filled epoxy novolac

Descripción del producto

Cor Cote UCR (FF), Revestimiento Epoxy Novolac formulado con escamas de vidrio, producto 100% sólidos en volumen de **alta resistencia química**, fácil de usar, diseñado para **rápida colocación** que ahorra costosos tiempos muertos. Las escamas de vidrio traslapadas reducen la permeabilidad, dando un **excelente comportamiento en servicios de inmersión**. **Resiste ácidos agresivos, álcalis y solventes**. Producto de **altísima impermeabilidad**, posee alta retención de revestimiento en los bordes comparado con los epoxicos convencionales.

Características:

- Alta impermeabilidad
- Resiste Inmersión permanente en H₂SO₄ al 98%
- Alta resistencia a la abrasión.

Usos recomendados

Cor Cote UCR FF con escamas de vidrio, es usado como revestimiento y también como resina ligante con agregados seleccionados en morteros, morteros autonivelantes y aplicaciones de morteros reforzados.

Recomendado para proteger concreto y acero en condiciones de inmersión y atmosférica. Idealmente colocado como revestimiento, contención secundaria y aplicaciones de pisos en diversas instalaciones incluyendo:

- Plantas de poder y tratamiento de aguas servidas
- Minería y Metalúrgica
- Automotriz y Electrónica
- Farmacéutico, Alimentos y Bebidas
- Plantas de Ácido y Petroquímica



- Aplicación de materiales a bordes.

POLIPROPILENO PP

El polipropileno (PP) es el polímero termoplástico, parcialmente cristalino, que se obtiene de la polimerización del propileno (o propeno). Pertenece al grupo de las poliolefinas y es utilizado en una amplia variedad de aplicaciones que incluyen empaques para alimentos, tejidos, equipo de laboratorio, componentes automotrices y películas transparentes. Tiene gran resistencia contra diversos solventes químicos, así como contra álcalis y ácidos.

Para el desarrollo de nuestro borde de replazo utilizaremos un PP copolímero.

PP copolímero

Al añadir entre un 5 y un 30% de etileno en la polimerización se obtiene un copolímero que posee mayor resistencia al impacto que el PP homopolímero. Soportando de mejor forma la estabilidad dimensional.



Propiedades mecánicas

	PP homopolímero	PP copolímero	Comentarios
Módulo elástico en tracción (GPa)	1,1 a 1,6	0,7 a 1,4	
Alargamiento de rotura en tracción (%)	100 a 600	450 a 900	Junto al polietileno, una de las más altas de todos los termoplásticos
Carga de rotura en tracción (MPa)	31 a 42	28 a 38	
Módulo de flexión (GPa)	1,19 a 1,75	0,42 a 1,40	
Resistencia al impacto Charpy (kJ/m ²)	4 a 20	9 a 40	El PP copolímero posee la mayor resistencia al impacto de todos los termoplásticos
Dureza Shore D	72 a 74	67 a 73	Más duro que el polietileno pero menos que el poliestireno o el PET

Propiedades térmicas

	PP homopolímero	PP copolímero	Comentarios
Temperatura de fusión (°C)	160 a 170	130 a 168	Superior a la del polietileno
Temperatura máxima de uso continuo (°C)	100	100	Superior al poliestireno, al LDPE y al PVC pero inferior al HDPE, al PET y a los "plásticos de ingeniería"
Temperatura de transición vítrea (°C)	-10	-20	



TEFLÓN PTFE

Disponible por la marca DuPont en forma de polvo blanco o “polvo fino”, esta resina es capaz de ser elaborada en extrusión de pasta y mantener la integridad estructural y utilidad del Teflon ® PTFE (politetrafluoroetileno), es un método práctico para la producción de grandes longitudes de producto a partir de una resina que no puede ser extruida en fusión.

El proceso productivo o de polvos finos de PTFE Teflon ® se procesan mediante la mezcla con un líquido hidrocarbonado para facilitar la extrusión en forma de pasta. Después de la extrusión, se elimina el líquido del material extruido con el calor. El producto de baja densidad resultante puede ser utilizado o se calienta adicionalmente para obtener una estructura de resina sólida. Las propiedades de la resina sólida son similares a las de los polvos de moldeo granular Teflon ® PTFE

PROPIEDADES

Ensayo	Método	Unidades	Valores
Densidad	ASTM D792	g/cm ³	2,14-2,18
Absorción de humedad: -24 horas	ASTM D570	%	<0,01
Límite elástico		Mpa	4,500
Resistencia a la tracción	ASTM D4745	N/mm ²	25
Alargamiento a la rotura	ASTM D4745	%	>200
Dureza shore	ASTM D2240	shoreD	51-60
Resistencia a la compresión a 1% deformación	ASTM D695	N/mm ²	4-5
Deformación bajo carga a temperatura ambiente durante 24 hs. a 13,7 N/mm ²	ASTM D621	%	14-17
Punto de fusión	ASTM D3418	°C	327
Coefficiente de dilatación lineal térmica entre :25° y 100°C	ASTM D696	10-5/°C	12-13
Temperaturas de utilización admisibles: en le aire , en continuo		°C	+260 -200



en frio		°C	
Resistencia a la llama-según ASTM ("índice de oxígeno")	ASTM D2863	%	>95
Rigidez dieléctrica sobre muestra de espesor 0,5 mm	ASTM D149	kV/mm	20-40
Constante dieléctrica	ASTM D150	1 MHz	2,1
Resistencia superficial	ASTM D257	ohm sq	>10 ¹⁸
Identificación a la llama	<ul style="list-style-type: none"> • NO arde • No produce olor • color de llama:NO quema , se deforma • No gotea 		

RESISTENCIA QUIMICA

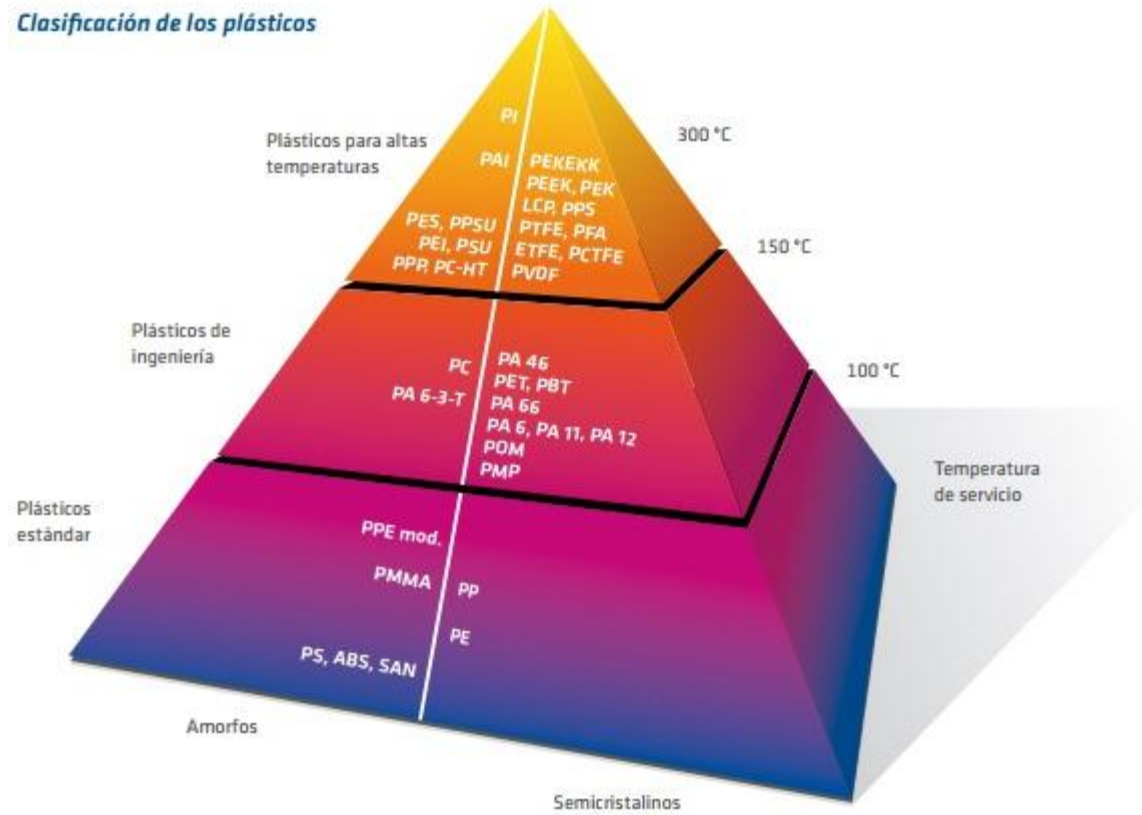
Resistencia a Hidrocarburos	Excelente
Resistencia a ácidos débiles a temperatura ambiente	Excelente
Resistencia a álcalis débiles a temperatura ambiente	Excelente
Resistencia a productos químicos definidos	Resiste prácticamente a todos
Efecto de los rayos solares:	No lo afectan



PTFE antes de ser procesado en pasta.



Clasificación de los plásticos



10 PRODUCTO QUÍMICO	Plásticos										Elastómeros										Metales										No Metales									
	ABS, plástico	Acetal (Delrin*)	CPVC	Epoxy	Hytrel	LDPE	Noryl*	Nylon	Policarbonato	Poliisopreno	PPS (Ryton*)	PTFE (Teflon*)	PVC	PVDF (Kynar*)	Buna N (Nitrilo)	EPDM	Hypalon*	Kel F*	Goma natural	Neopreno	Silicona	Tygon*	Viton*	Ac. inox. 304	Ac. inox. 316	Aluminio	Latón	Bronce	Carpenter 20	Fundición hierro	Cobre	Hastelloy C*	Titanio	Carbon, grafito	Cerámica Al2O3	Cerámica, magnet.				
Sodio, carbonato	1	2	1		2		1	2			2		2																											
Sodio, clorato		1			2	1		1			1		2												1	1		1					1							
Sodio, cloruro	1	2			2		1	2				2																												
Sodio, cromato									2															1																
Sodio, cianuro		2			2	1	1					2		2									2	1	1															
Sodio, ferrocianuro																																								
Sodio, fluoruro		2			2	2					1	2		1																										
Sodio, hidrosulfito																																								
Sodio, hidróxido (20%)			2					2										1	2	2	1	1		2				2	2	2		1	2							
Sodio, hidróxido (50%)														1	1			1	2	1	1	1	1		1				2											
Sodio, hidróxido (80%)				1							1			1	2		1	1	1	1	1	1		1									1		2					
Sodio, hipoclorito (100%)		2			2									1																										
Sodio, hipoclorito (<20%)																							1																	
Sodio, hiposulfato																																								
Sodio, metfosfato		1			1		1	1																																
Sodio, metasilicato																																								
Sodio, nitrato						2	1	1				2	1											1	1															
Sodio, perborato		1				1		1				2																												
Sodio, peróxido		2						1	2			2																												
Sodio, polifosfato		1					1	1				1																												
Sodio, silicato			2		2	1	1					2																												
Sodio, sulfato			2		2			2				2														1														
Sodio, sulfuro			2		2		1				2				2		1						2					1												
Sodio, sulfito			2		1						2				2												1													
Sodio, tetraborato						2					2														2															
Sodio, tiosulfato (hipo)		1	2		1			2			2		2											2				2												
Stoddard, disolvente			1			2		2				1																												
Suero																																								
Sulfato (licores)						2		1				2																												
Sulfúrico, ácido (<10%)				1		1		1	1			1	1					1	2																		1	1		
Sulfúrico, ácido (10-75%)				1		1			1	1		1	1	2										2													1	1		
Sulfúrico, ácido (75-100%)				1		1			1	1		1	1											1														1	1	
Sulfúrico, ácido frío concentrado																																								
Sulfúrico, ácido caliente concentrado																																								
Sulfuroso, ácido			2		2							2		1											1		1													
Sulfúreo, cloruro																																								
Tánico, ácido		1			2	2	1					1													1															

Cuadro de Resistencia Química de los Materiales.



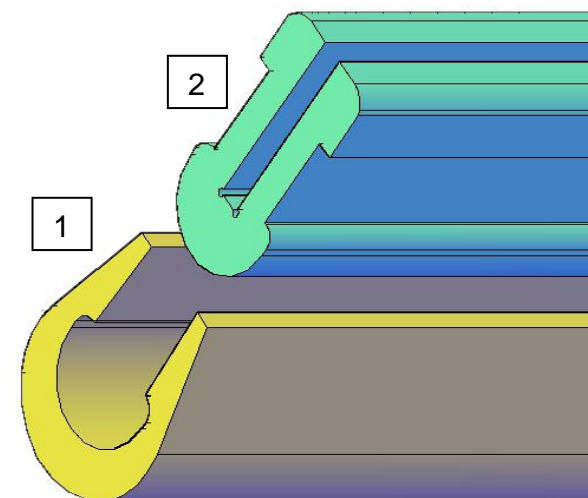
PROPUESTA FORMAL

Diseño desarrollado mediante ensamble donde las piezas poseen una diferencia de medidas las que al presionar producen el enlace. Este enlace se produce mediante la deformación elástica de una de las piezas, una vez en posición se conectan a través del deslizamiento entre ambas impidiendo su desvinculación gracias a la geometría que poseen. Este diseño fue pensado para que al momento de tomar posición su alineación quede ejerciendo presión constante, usando las propiedades elásticas del material, debido a la diferencia entre las piezas, Esta diferencia en la tolerancia de ajuste es lo que nos permite ejercer la presión necesaria desde la pieza de *apriete* (1) hacia la pieza de *sacrificio* (2), más de 3 toneladas de presión (ver análisis geométricos), gracias a las propiedades del material se puede utilizar en más de una ocasión manteniendo la estabilidad dimensional, haciendo que el costo en la operación disminuya. En cuanto a la pieza de sacrificio este se ha planteado disminuir geoméricamente su volumen, siempre cuidando las necesidades que se deben cumplir en este tipo de proceso, de esta forma estaríamos disminuyendo los costos, ya que es una pieza de recambio constante, a diferencia de la de apriete.

Para la elección del material fue necesario evaluar el ambiente al cual estará sometido, además del funcionamiento que debe prestar gracias al diseño logrado, esto quiere decir que los materiales a utilizar deben soportar el ambiente corrosivo al cual estará sometido, la alta temperatura del ácido, las partículas de cobre que se depositan en los bordes produciendo el colapso del producto, la estabilidad dimensional de la pieza y la durabilidad del producto. Es por esto que se ha planteado que para la pieza de recambio se utilice PP copolimero, un material de bajo costo pero que nos permite soportar las condiciones antes mencionadas, para la pieza de apriete es necesario innovar en el mercado ya que los materiales utilizados están en la gama más baja en la resistencia de T° , para el desarrollo de la pieza de apriete se utilizara Teflón PTFE uno de los materiales con mejor resistencia a la T° , estabilidad dimensional y resistencia química, si bien el peso específico es mayor al del ABS o PP esto se ha solucionado minimizando la geometría hasta obtener el mejor rendimiento al menor peso, todo esto para facilitar el manejo por parte de los operarios y disminución de costos del producto.

Como un tercer elemento en este conjunto actúa el sellante aplicado al canto del cátodo, capaz de soportar las características ambientales necesarias propias del proceso electrolítico, además del borde polimérico, con esto **cerrar el sistema de armado** y proporcionar mayor efectividad a para impedir deposiciones de partículas de cobre en el canto de los cátodos.

Además de lo anterior, este diseño también está pensado para facilitar el manejo por parte de los operarios ya que mediante este tipo de ensamble no se requieren herramientas especiales.



Análisis Geométrico 10N

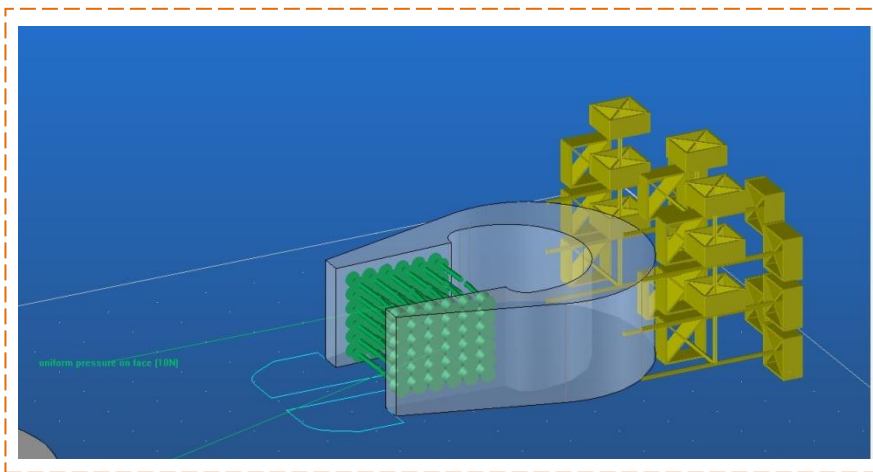
Se realizó un análisis geométrico aplicando carga a las geometrías desarrolladas, con los materiales estudiados con el fin de validar el diseño planteado.

Para realizar el análisis geométrico se tuvo en consideración:

- Materialidad empleada: Según la materialidad utilizada obtendremos diversos factores que nos ayudaran a validar nuestro diseño, por ejemplo el limite elástico del PP utilizado en la pieza de sacrificio es de 1100 Mpa a diferencia del PTFE que es de 4500 Mpa, material que utilizaremos en la pieza de apriete, con esto sabremos cual es la tensión máxima que puede experimentar nuestro producto sin sufrir deformaciones permanentes, si se sobrepasaran estos límites el material experimentaría un comportamiento plástico con deformaciones permanentes.
- Presión ejercida sobre las caras evaluando el comportamiento elástico y deformación geométrica.
- Punto de apoyo : Esto es fundamental para el comportamiento de la figura, se ha tratado de generar el menor punto de apoyo para que la materialidad pueda expresar su deformación libremente, según la presión aplicada. De esta forma validaremos nuestro diseño

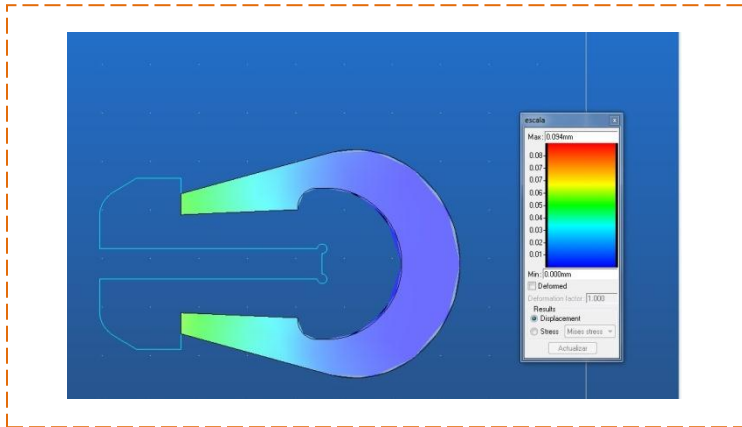
A continuación veremos el análisis geométrico realizado para la propuesta formal, con una presión de 10 N:

Para esto se establecieron en el software de análisis los parámetros de materialidad, presión y puntos de apoyo.

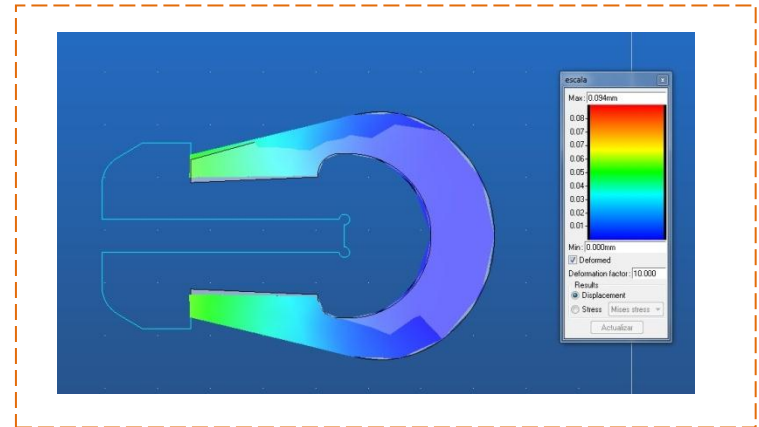


Puntos de apoyo.

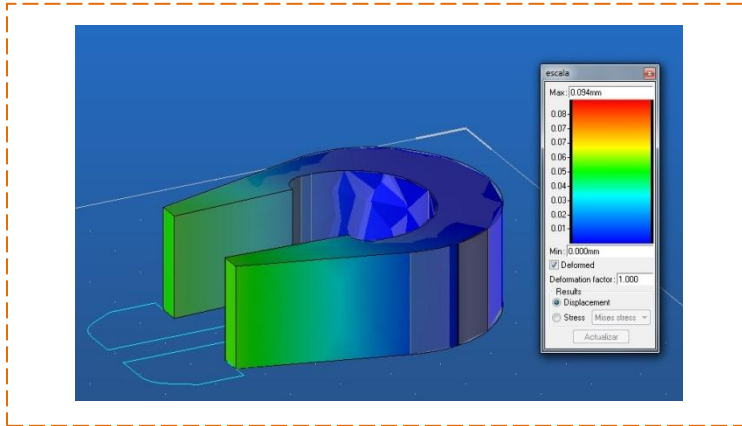




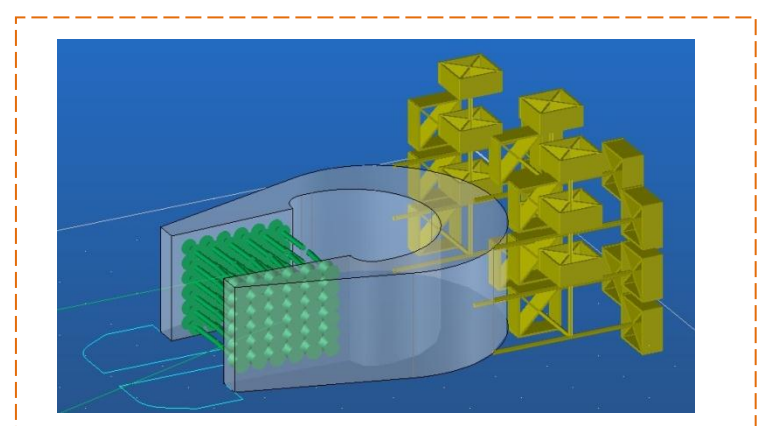
Desplazamiento



Desplazamiento -Deformación -10N



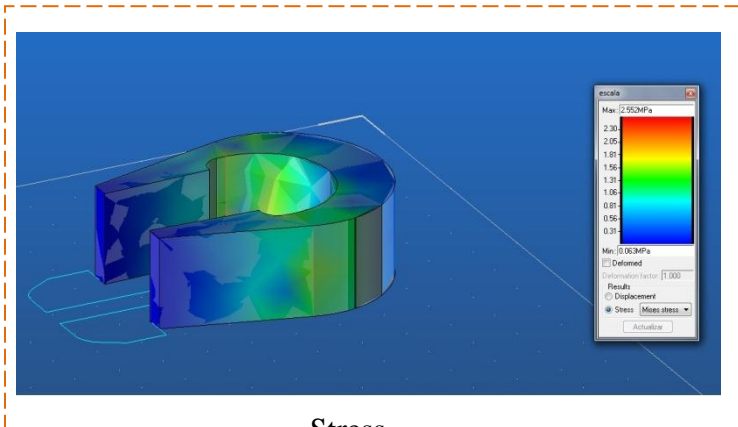
Desplazamiento



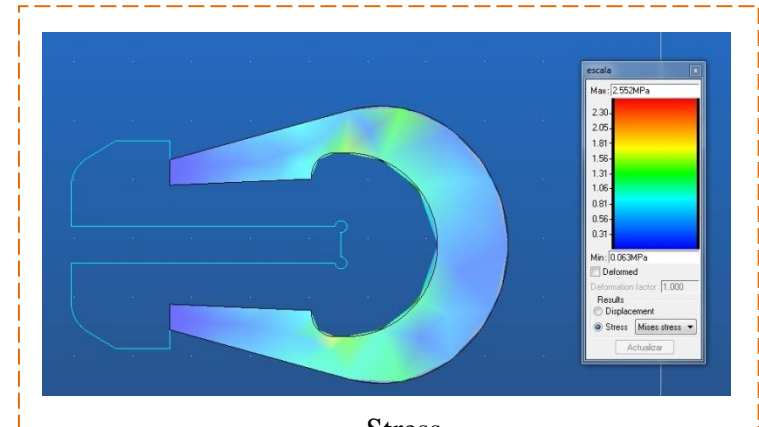
Puntos de Apoyo

La masa de la pieza se comporta como es esperado aplicando 10N de presión sobre las caras de apoyo que se situaran en la pieza de sacrificio, presenta estabilidad dimensional al desplazar adecuadamente el material a través de la geometría desarrollada, el desplazamiento y propiedades elásticas cumplen con el propósito de la pieza.

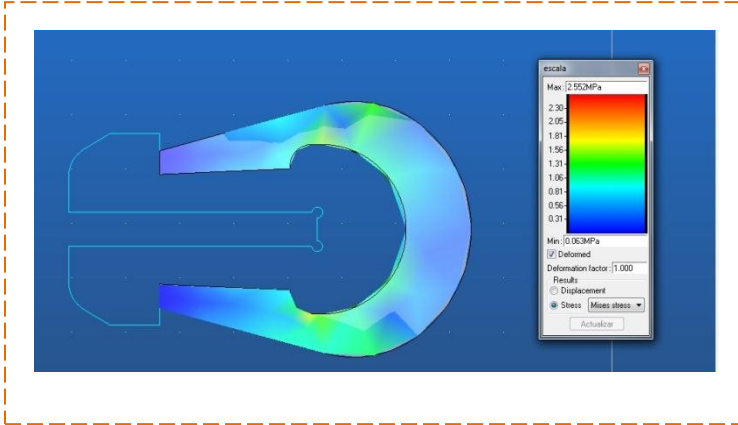




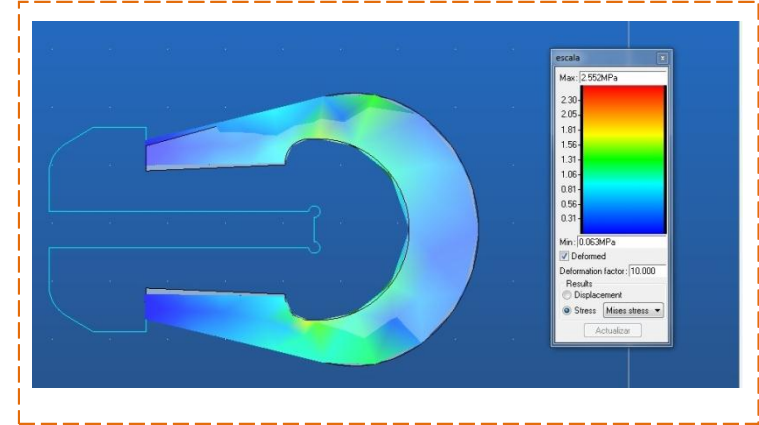
Stress



Stress



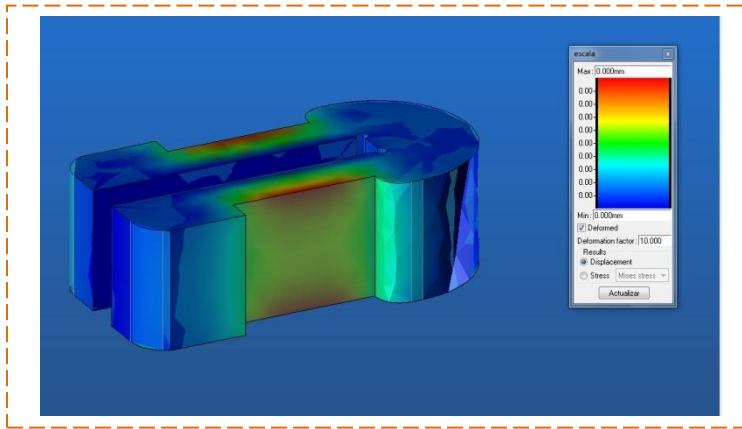
Stress- Deformación



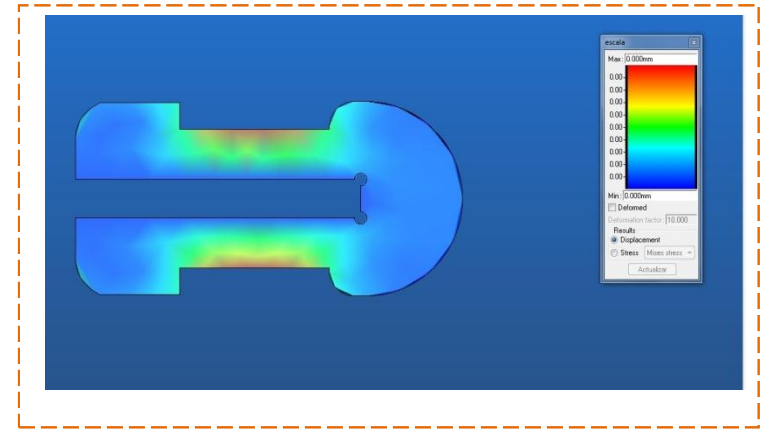
Stress -10N

Se puede apreciar en la figura que muestra el Stress a 10N el comportamiento geométrico es el adecuado, la pieza cumple con la apertura requerida para el deslizamiento y posterior posicionamiento de enlace lo que producirá la tensión constante entre las piezas.

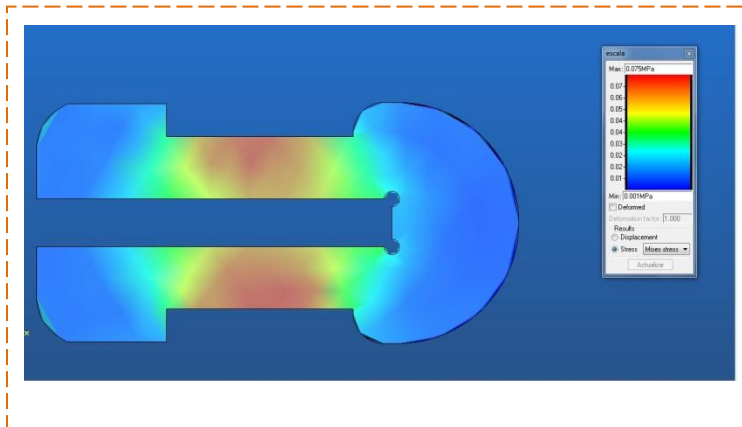




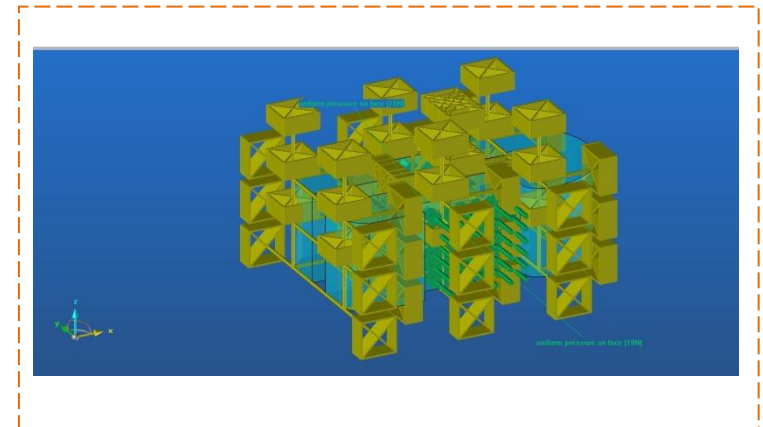
Desplazamiento



Desplazamiento



Stress



Puntos de apoyo

En el análisis se puede apreciar mucha presión ejercida sobre la pieza, pero a pesar de esto el desplazamiento del material es de 0,000 mm. Es decir que mantiene su estabilidad dimensional sin complicaciones.



DATOS TECNICOS

PIEZA DE APRIETE

Material: Teflón PTFE

Masa: 779.758 gr.

Volumen: 371.313 cm³

Presión Aplicada: 10N

Desplazamiento: 0,049 mm.

Stress: 2.129 Mpa

Kg. De Presión: 3464.65 Kg.

PIEZA DE SACRIFICIO

Material: Polipropileno PP

Masa: 393.362 gr.

Volumen: 437.069 cm³

Presión Aplicada: 10N

Desplazamiento: 0,000 mm.

Stress: 0.075 Mpa



PROCESO DE PRODUCCIÓN

Se propone que el proceso de producción de ambos bordes sea desarrollado mediante extrusión. El proceso de producción mediante extrusión es uno de los más comunes para la producción de elementos en termoplásticos y elastómeros en especial en la producción de ductos, mangueras, filamentos continuos, dando la dimensión final cortándose en la longitud deseada. Para desarrollar este proceso es necesario alimentar la tolva del extrusor con pellets donde posteriormente se fundirá, por medio de calentadores eléctricos, circulando por un tornillo rotatorio para pasar a través una placa rompedora la que impedirá el paso de material grumoso y detener la memoria de giro del material la cual produciría problemas y deformaciones del producto al pasar por el troquel. Y el paso final es el del troquel que le dará la forma definitiva, teniendo en cuenta el porcentaje de expansión resuelta con una cámara de salida más larga de lo común para mantener la estabilidad dimensional.

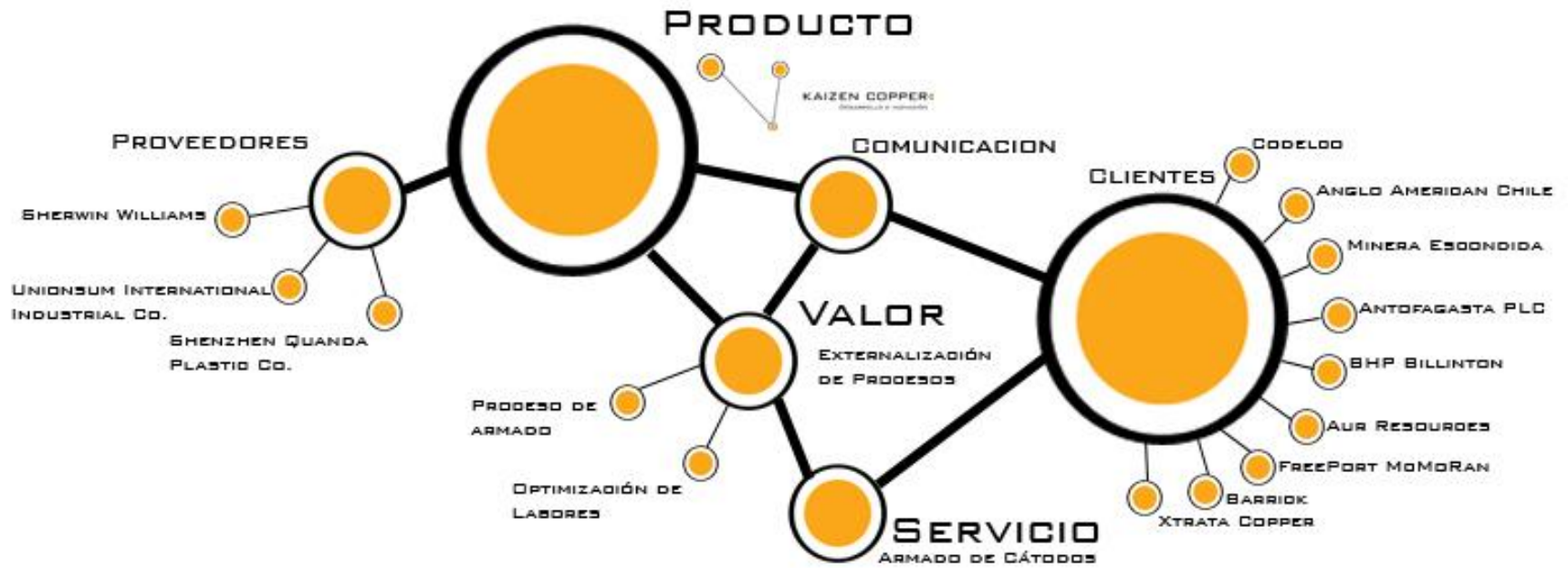
El material a utilizar en el borde de sacrificio es PP comúnmente utilizado en este tipo de productos, pero material del nuevo borde de apriete es una propuesta nueva para el mercado de los bordes poliméricos, la materia prima a utilizar es el Teflón PTFE, en donde es necesario realizar la mezcla entre polvo de PTFE y un líquido orgánico, de esta forma generar la pasta de Teflón que posteriormente será extruida con la forma deseada.

Fundamento del proceso Productivo:

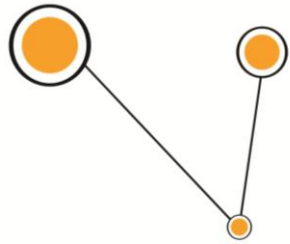
Debido a su geometría se hace muy complejo que se pueda producir mediante otro tipo de proceso ya que consta con ángulos interiores que impedirían su extracción por ejemplo si pensamos en una inyección. Por otro lado el largo de las piezas que se necesitan para el armado de los cátodos son variables por lo que mediante este proceso no necesitaríamos de varios moldes para distintas medidas.



SISTEMA PRODUCTO



PRODUCTO



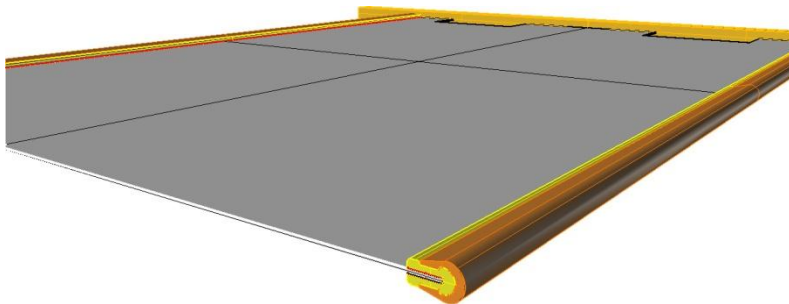
KAIZEN COPPER
DESARROLLO E INOVACIÓN

Como primer punto relevante y como objetivo principal de la empresa *Kaizen Desarrollo e Innovación* nos hemos propuesto producir un sistema de servicio para la Gran Minería, este consiste en externalizar la preparación de cátodos a través de una línea de armado móvil, ubicada dentro de las instalaciones de nuestros clientes.

Con este primer objetivo a desarrollar se enfatiza en construir una línea de producción la cual es la encargada de rediseñar un nuevo sistema de armado, el cual consta en los siguientes pasos:

- Aplicación de revestimiento en cantos de cátodos
- Instalación de borde

Kaizen desarrolla a su vez Instalaciones que están situadas en módulos móviles (container) con el fin de facilitar al cliente el lugar en donde se armen los cátodos en caso de contar con distintas plantas de electrolisis eliminando los gastos de envío.



Cátodo Armado



Instalaciones Modulares de Kaizen Copper.



Para poder construir este sistema de producto hemos contemplado como empresa los siguientes puntos

- Segmento de clientes
- Puesta en Valor
- Canales de distribución
- Comunicación
- Actividades claves
- Red de contactos

SEGMENTO DE CLIENTES

Nuestro proyecto está enfocado a ser desarrollado en las empresas productoras de la Gran Minería Chilena, externalizando su línea de armado de cátodos, estas empresas son:

- **Codelco**
- **Anglo American Chile**
- **Minera Escondida**
- **Antofagasta PLC**
- **BHP Billinton**
- **Aur Resources**
- **Freeport- McMoRan**
- **Barrick**
- **Xstrata Copper**



PROPUESTA DE VALOR

El valor de nuestra propuesta está en la externalización de una sección del proceso productivo en la extracción del cobre, el principal aporte es mejorar el actual armado de cátodos con nuestro nuevo sistema, el cual ha sido diseñado para mejorar la calidad de cierre de las planchas catódicas impidiendo la deposición de partículas de cobre en los cantos, lo que genera problemas de en la extracción de las laminas de cobre, el hecho que nuestra línea de armado se encuentre dentro de las instalaciones de los clientes significara que podrá contar con los servicios de forma inmediata generando una dinámica entre sus líneas de procesos y las nuestras. Otra condición de valor es el mejoramiento en el sistema de trabajo, el equipamiento será más simple para el trabajador, la tarea de armado será sistematizada en la línea de producción, además el espacio al ser externalizado de la planta de electrolisis se eliminara los peligros ambientales propios del trabajo minero. Este servicio pretende cumplir con un nivel alto de confiabilidad del producto con el cliente.

CANALES DE DISTRIBUCIÓN

Los canales de distribución para nuestros clientes serán directos, ya que nuestras instalaciones estarán en el espacio de trabajo de la empresa que contrato el servicio, optimizando los tiempos de entrega y costos de traslado.

Para el caso de nuestros distribuidores, se exportaran los elementos necesarios directamente desde China. Tanto como los cátodos de acero como los bordes de PP y PTFE diseñados en Chile hechos en China.



COMUNICACIÓN

En este cuarto punto identificamos tres recursos esenciales de la empresa de desarrollo e innovación kaizen para tener una mayor cercanía con sus clientes, la imagen corporativa no es necesaria para el producto en si ya que es de utilización inmediata después de su fabricación.

- Web
- Oficinas en terreno
- Visita a terreno
- Marca

Marca: Kaizen Copper

Esta marca ha sido desarrollada con el fin de generar una muestra de nuestro trabajo, una constante búsqueda por el desarrollo e innovación en el área de la minería.

Kaizen (改善, "cambio a mejor" o "mejora" en japonés. El uso común de su traducción al castellano es "mejora continua" o "mejoramiento continuo"; y su metodología de aplicación es conocido como la MCCT: La Mejora Continua hasta la Calidad Total.

Copper hace mención a nuestra área de trabajo.



Tipografía: BankGGothic Lt BT

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz 1234567890

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ 1234567890

 Pantone 7409C

 Pantone 426C



ACTIVIDADES CLAVES

Los pasos necesarios para conformar las actividades claves dentro de la empresa se dan por los siguientes puntos

- **Importación de materiales para el armado:**
Esto consiste en generar todas las actividades ya sean con proveedores como transportistas hasta dejar en plata las planchas catódicas, bordes poliméricos y revestimiento.
- **Puesta de materiales en la línea de armado**
Cada uno de los materiales necesarios para completar el sistema será depositado en la sección de armado que le corresponda
- **Aplicación de revestimiento en los cantos del cátodo**
Siendo esta la primera etapa de la línea de producción se aplicara este revestimiento
- **Instalación de bordes de sacrificio en cátodo**
- **Instalación de apriete en cátodo**
- **Deposito de cátodos en armazones de transporte**
Luego de tener los cátodos ya armados será necesario trasladarlo a la línea de electrolisis o en su defecto depositarlo en bodega, para esto se empaquetarán para no contaminar la plancha catódica por agentes externos y además de evitar evitar el desarme del cátodo.
- **Traslado hacia la línea de producción de minera**
Dependiendo de las necesidades del cliente nuestros productos se depositaran en la línea de electrolisis o bien en bodega.



RED DE CONTACTOS

- **Cátodos**

Unionsum International Industrial Co., Ltd.

Room 2441, Unit N, Bldg. 1, Skyscraping Tower, No. 168-1, Sec. 2, Furong Rd. (M), Changsha, Hunan, China (Mainland) Zip: 410000

Contacto: Mr. Vincent Guo

- **Bordes**

Shenzhen Quanda Plastic Co., Ltd.

3/F, Bldg. 6, Guifa Industrial Zone, Longsheng Community, Dalang Street, Longhua New Area, Shenzhen, Guangdong, China (Mainland)

Zip: 518100

Contacto: : Ms. Jessica Ji

- **Sherwin Williams**



CONCLUSIÓN

A modo de análisis final podemos decir que el proyecto de empresa Kaizen Copper Desarrollo e Innovación pensado hacia la “Gran Minería” es factible de realizar por sus características específicas y el valor de generar Innovación y desarrollo a manos del diseño mediante de la posibilidad de formar elementos dinámicos con respuestas a un ambiente determinado de trabajo el cual se construye a través de procesos complejos dando una respuesta más íntegra a la gran minería.

