



INFORME DE AVANCE N°1 PROYECTO INNOVA CHILE

1.- ANTECEDENTES GENERALES

Evaluador Técnico	MARICHEN GALDAMES G.
Código Proyecto	206-5189
Empresa Beneficiaria	ESPISER, TECNOLOGIA ELECTROQUIMICA DE ELEMENTOS MECANICOS S.A.
Título del Proyecto	DESARROLLO DE PROTOTIPOS PARA MANTENIMIENTOS DE MOLINOS SAG EN LA MINERIA DE COBRE
N° Informes	2
N° Actual proyecto	1
Periodo actual informe	FEBRERO 2007 A OCTUBRE 2007
Fecha visita técnica	22 ENERO 2008
Fecha entrega Informe Financiero	18 ABRIL 2008 POR CAROLINA MOYA

1.1 Observaciones Solicitadas al Empresario:

Se le envía el 12.02.08 carta N° 111, "Observaciones al Informe de Avance". En ella, se solicita entregar antes de 30 días corridos, documentos relacionados con deficiencias encontradas al revisar los antecedentes financieros entregados en 2007:

- Recalcular las horas-hombres cargados al proyecto de toda la partida de "Recursos Humanos" debido a que no coinciden con el cálculo establecidos en las Pautas.
 - Se solicita incorporar los libros contables aludidos a los respaldos financieros, identificando claramente cuales son los cargos imputados al proyecto con lápiz destacador.
 - El Informe Financiero debe elaborarse mensualmente y en forma acumulada, del periodo rendido, con sus correspondientes copias de los respaldos financieros imputados al proyecto, tales como, facturas, liquidaciones de sueldo, boletas de honorario y otro tipo de documentos que acrediten los desembolsos de forma indubitada, de acuerdo a lo señalado en las "Pautas para preparación de Informes de Avance y Final" adjuntas al contrato.
- La documentación financiera fue entregada el 10 de marzo del 2008.

2. OBJETIVOS DEL PROYECTO

2.1 Objetivo General:

Desarrollar la ingeniería de diseño y desarrollo destinado a fabricar una máquina prototipo semi automática que sirva para el recambio de los revestimientos de los molinos SAG y convencionales. Para ello, se pretende el desarrollo de un equipo que permita automatizar la faena, reducir los tiempos de montaje y desmontaje de los revestimientos del manto y tapas de molinos, reducir los costos por tiempos de detención del molino y disminuir riesgos de los trabajadores que llevan adelante este tipo de faena. En lo técnico, se requiere desarrollar un equipo capaz de acoplarse a los sistemas estructurales del molino y que permita cortar las tuercas de fijación al revestimiento y posteriormente eyectar en forma automática el perno de anclaje que lo sostiene de esta manera facilitar la faena de recambio.



2.2 Resultados:

- Diseño conceptual, ingeniería de detalle, layout de un sistemas de producción de los equipos, acoplamiento en faena, métodos de calculo y la lógica de control de, al menos, **dos configuraciones** de sistema de corte y eyectado de la tuerca.
- Planos de diseño y fabricación de las máquinas
- Perfil de prestaciones técnicas, manual de operaciones y manual de mantenimiento de ambos equipos desarrollado.

Los resultados esperados son los estudios de ingeniería básica y de detalle del sistema y un prototipo de módulo funcional validado en una faena real (Los Bronces de la Compañía Minera AngloAmerican).

2.3 Descripción Breve del Proyecto

En la actualidad, el cambio de revestimientos de los molinos semi-autógenos (SAG) y convencionales, se inicia con extracción de los pernos de fijación de los revestimientos, tarea que se realiza utilizando herramientas manuales, neumáticas o hidráulicas para soltar cada una de las tuercas de los pernos de fijación de la placa de revestimiento que se va a cambiar. Ocasionalmente, se recurre al corte de tuercas y/o pernos con elementos de corte con llamas (oxi-cortes) para extraer las tuercas agripadas, con el consiguiente daño al manto o tapa del molino debido a la temperatura que genera el corte. Finalmente, se golpean los pernos hacia el interior del molino de modo de soltar las placas del revestimiento respectivo.

Dada la cantidad de tiempo utilizado actualmente para el sacado de pernos en los cambios de placas de revestimientos de los molinos, se propone a nivel de innovación una máquina que logra minimizar el tiempo ocupado en esta operación y dar seguridad en la ejecución, logrando disminuir el recurso humano empleado en dicha labor.

El prototipo tiene impacto en el sector minero en especial en la faena de recambio de los revestimiento de los molinos de gran tamaño, como los SAG, utilizados en la minería del cobre, donde a través de este prototipo se pretende proporcionar rapidez en la faena, disminuyendo costos por horas de detención del molino y riesgos implícitos por una faena que provoca serios accidentes laborales.

3. SEGUIMIENTO TÉCNICO DEL PROYECTO:

3.1 Actividades de la primera etapa según los Términos de Referencia:

1. Diseño Conceptual
2. Ingeniería Básica.
3. Fabricación de Sistemas del Prototipo.

ACTIVIDAD Nº 1	DISEÑO CONCEPTUAL
<p>Comentarios</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Se realizaron viajes a las zonas de faena de los molinos SAG, en especial Codelco Norte, Escondida y Collahuasi. • Se realizaron estudios de medición en faena de mantención y operatividad de los molinos. Se investigó que una corrida de revestimiento del cilindro de un molino tiene 8 pernos, cada perno tiene un tiempo de retiro promedio de 53 minutos. La operación la realizan en promedio tres personas utilizando un martillo neumático de impacto. <div data-bbox="667 730 1177 1144" data-label="Image"> </div> <p>FIG. Nº 1: Martillo neumático utilizado para eyectar hacia el interior del molino el perno que sustenta el revestimiento interior.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se realizaron estudio de los tipos de pernos, tiempo de desmontaje y dificultad técnica para ser desmontados: agripamiento, tipos de trabamiento, deformaciones. Las tuercas agripadas o de fuerte entrenamiento, deben ser cortadas con sopletes incrementándose la operación de desmontaje en promedio en 10 minutos adicionales. • Se realizó un estudio del estado actual de operación. Se concluye que la operación se realiza con herramientas improvisadas, dado que no existen equipos diseñados específicamente para la tarea de desmontaje implicando riesgos físicos del personal como del equipo, tales como: mazos de mano, martillos neumáticos y sopletes. • Existen riesgos de daños al manto del cilindro del molino y a sus tapas, por el uso de sistemas de corte de pernos por la aplicación de sopletes y calor, y vibraciones por uso de mazos de mano y martillos neumáticos. • Proyección de elementos metálicos (esquirlas) al golpear los pernos. • Proceso sometido a grandes ruidos durante la etapa de eyección de pernos, donde debe golpearse el perno, sea en forma manual con una maza, o con un martillo neumático. Esta operación obliga a la utilización de protectores auditivos que dificulta la recepción de comunicaciones.

Comentarios



FIG N2 : Martillo bota-pernos utilizado para eyectar hacia el interior del molino el perno que sustenta el revestimiento, manipulado por un equipo de personas
Consideraciones para el diseño de la máquina cortadora de pernos:

- Rapidez en el corte de la tuerca, equipo compacto y liviano, de fácil mantenimiento, operado por una persona, seguridad en el manejo. Que no genere obstáculo en la operación para el cambio de revestimientos.
- Equipo que permita avanzar sin problemas y en forma segura por la superficie o manto del molino y o tapas para el corte de tuercas y eyección de pernos.
- Mejorar productividad al bajar ostensiblemente el tiempo de detención del molino por la rapidez de corte.
- Disminución de riesgos físicos para los operarios al manipular herramientas peligrosas, pesadas y de gran volumen.

Grado cumplimiento

100%



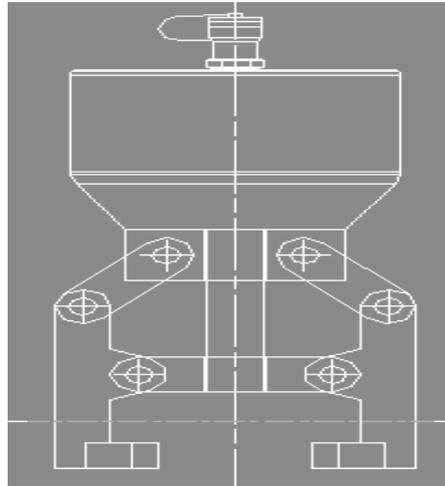
Estructura de soporte del bota-pernos (Collahuasi)



ACTIVIDAD Nº 2	INGENIERIA BASICA
	<p>Todas las características y condiciones en el diseño del prototipo de la herramienta corta tuercas tienen como finalidad principal el lograr “disminuir el tiempo de detención del molino durante el cambio de revestimientos”, y con ello, disponer del molino para producción, ya que el impacto que tiene una hora de detención, es actualmente de U\$ 90.000 Otro objetivo importante es “mejorar la seguridad del trabajador y del molino.”</p> <p>Consideraciones generales en el diseño de la máquina cortadora de tuercas:</p> <ul style="list-style-type: none">• El diseño debe permitir una correcta sincronización de cada tarea, esto se lograría mediante la automatización.• El diseño deberá considerar aquéllos aspectos que le permitan al equipo trabajar libremente en zonas de difícil acceso.• Estar protegida contra las adversidades del medio ambiente, como la humedad y la polución.• Ergonómico y funcional, que sea de fácil manejo por el operador, tanto para su traslado como su operatividad.• Seguridad en la operación, que minimice los riesgos al o los operadores durante su manipulación (protección de partes móviles y encapsulamiento de la zona de corte).• El equipo debe ser capaz de integrarse a un proceso donde las normas de calidad son altas.• La herramienta deberá ser liviana, pero fuerte.• Los cuchillos o cinceles sujetos a desgaste deberán posibilitar su remoción con herramientas comunes para su cambio.• El lugar donde va instalada la herramienta de corte estará blindada en caso de fractura para impedir la proyección de esquirlas.• La unidad hidráulica contará con dispositivos de seguridad eléctricos e hidráulicos.• Para la unión del sistema hidráulico se dispondrá de acoples rápidos. <p>Para determinar los parámetros de diseño se realizó un estudio metalográfico de la tuerca, metrología, análisis de presión para punzonar y cizallar, estudio de resistencia de materiales para aceros al níquel, determinación de ángulos de corte de cuchillos, composición química del acero de cuchillos, materiales, etc.</p> <p>Se desarrollaron mediante modelos computacionales dos prototipos (tipo Mordaza y Tipo T) de forma de probar mediante simulaciones las dimensiones y la operatividad del corte de pernos.</p> <p>El primer prototipo “tipo mordaza”, es un sistema basado en corte por cizalle en frío, denominados comúnmente “napoleones”. Similares características pero de accionamiento hidráulico son los usados por rescatistas y bomberos para cizallar partes de automóviles sin producir chispas en forma rápida y eficaz.</p> <p>Al crear el modelo en realidad virtual mediante sistemas computacionales se vio la necesidad de descartar esta opción, debido a dificultades que hacen inviable la utilización de este tipo de herramienta:</p>

Comentarios

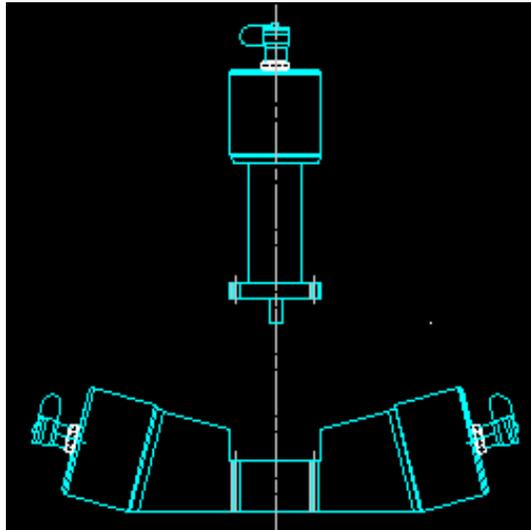
1. Los brazos de las mordazas describen un desplazamiento inadecuado. Al comienzo de su accionar, los cuchillos se encuentran en posición de corte pegados al fondo de la tuerca, pero cuando comienzan a cortar y por describir un radio a medida que avanzan se van levantando del fondo, para finalmente dejar una sección de la tuerca sin cortar, no logrando el corte total.
2. Los esfuerzos solicitados a los ejes de pivoteo resultaron ser tan altos que los materiales de construcción como los tratamientos térmicos indicados resultaron ser complejos, de costos elevados y poco confiables.
3. Se desarrollaron seis geometrías diferentes para los brazos debido al enorme esfuerzo solicitado especialmente a la flexión y a la fricción. Llevadas éstas al modelo matemático ninguna dio un resultado satisfactorio.
4. La parte móvil que ejecuta el trabajo es el cilindro y no el pistón (como en lo tradicional). Las cargas axiales ejercidas sobre dicho componente sobrepasaban el modulo de elasticidad produciendo deformación permanente e impidiendo con esto el libre desplazamiento sobre el pistón. Además, el pistón necesariamente debe ser perforado para permitir el paso por su interior del martillo eyector de pernos.



Prototipo Tipo Mordaza

Comentarios

La herramienta de corte tipo "T" está compuesta de tres cilindros hidráulicos dispuestos en forma de "T". Los cilindros horizontales son los cortadores de tuercas de los pernos, y el cilindro vertical es el bota pernos.



Cortador de Tuercas con Bota pernos Tipo "T"

Esta herramienta debe cumplir con las siguientes características:

1. Deben efectuar en forma simultánea los cilindros horizontales que portan en sus extremos los cinceles o cuchillos cortadores.
2. Cortar la tuerca en dos secciones (corte doble).
3. Replegar los cilindros cortadores mediante resortes internos (cilindro de simple acción); conviene destacar que en este punto los trozos de tuercas cortadas actúan como centrador para el dispositivo botador de perno.
4. El vástago eyector debe ser comandado por un cilindro de doble acción para ejercer la función de bota perno. Este cilindro debe cumplir la función de aproximación al perno en forma suave y sin impacto, pero cuando topa y encuentra resistencia del perno, eleva la presión de trabajo y pone en funcionamiento un pulmón acumulador hidro-neumático que convierte dicho cilindro en un dispositivo de impacto o martillo hidráulico.
5. Este dispositivo eyector de pernos debe ser comandado por una unidad hidráulica externa, que incluye depósito de fluido, motor, bomba y válvulas (de acción e impacto).
6. El tiempo de operación de dicho equipo para el corte de una tuerca y botar el perno respectivo, deberá ser igual o inferior a 1 minuto.



ACTIVIDAD Nº 3	FABRICACION DEL PROTOTIPO
	Actividades a realizar: Elaboración de Planos. Trabajos de maestranza Configuración de un cabezal Fabricación de otros sistemas
Grado cumplimiento	0%

Comentarios Técnicos Generales:

Durante la ejecución del actual informe de avance no ha realizado la última actividad relacionada con la fabricación del prototipo, esto debido a retrasos en el diseño y selección del prototipo. La actividad será realizada en la siguiente etapa del proyecto.

El primer diseño "tipo Mordaza" fue desechado por infactibilidad al realizarle simulaciones virtuales. El segundo prototipo "tipo T" fue seleccionado porque cumple con las condiciones requeridas. Se han podido seleccionar las materiales y tecnologías requeridas para fabricar el sistema de corte y eyectado del perno, esto gracias a una memoria de calculo nacida de la observación en terreno.

Por otro lado, producto de las visitas a terreno a CODELCO Norte y Escondida se pudo cuantificar el alto impacto técnico económico que tendría en las empresas mineras al desarrollar un equipo que cumpla con normas de calidad y seguridad y que mejore la productividad de los grandes molinos.

Se ha alcanzado un desarrollo técnico en lo referente a los sistemas claves del funcionamiento del equipo, que constituyen el secreto técnico y la base posterior para solicitar una patente.

Se ha podido establecer nexos con los potenciales usuarios quienes han proporcionado los antecedentes técnicos que permitirán disminuir errores y riesgos técnicos y comerciales en la etapa de introducción del producto en el mercado.

Se espera en la siguiente etapa del proyecto, elaborar el equipo completamente y probarlo en un banco de pruebas propio y posteriormente en terreno, situación que les permitirá cuantificar y calificar los reales alcances de esta nueva herramienta para la minería.



4. CUMPLIMIENTO PROGRAMA DE GASTOS DEL PROYECTO

4.1.- Rendiciones

PARTIDAS DE DESEMBOLSOS	Periodo en Revisión Informe de Avance (02.02.2007 al 30.10.2007)		
	Desembolso Programado \$ (1)	Desembolso Rendido \$ (2)	Desembolso Aprobado M\$ (3)
RECURSOS HUMANOS	42.210.000	4.878.910	4.188.256
SUBCONTRATOS	3.400.000	15.494.000	15.494.000
CAPACITACION Y ENTRENAMIENTO	700.000	0	0
DIFUSION	3.200.000	0	0
GASTOS DE OPERACIÓN	37.189.000	25.369.015	25.369.015
GASTOS DE INVERSION	24.990.000	0	0
TOTAL	111.689.000	45.741.925	45.051.271

- (1) Desembolso programado según los Términos de Referencia del Proyecto
 (2) Desembolsos rendidos por la empresa en el Informe correspondiente y acumulados
 (3) Desembolso verificado por el Ejecutivo en la revisión

TOTAL RENDIDO Y APROBADO, POR FUENTE DE FINANCIAMIENTO:

PARTIDAS DE DESEMBOLSOS	RENDIDO INNOVA	APROBADO INNOVA	RENDIDO ESPICER	APROBADO ESPICER
RECURSOS HUMANOS	647.010	617.959	4.231.900	3.570.297
SUBCONTRATOS	6.491.986	6.491.986	9.002.014	9.002.014
CAPACITACION Y ENTRENAMIENTO	0	0	0	0
DIFUSION	0	0	0	0
GASTOS DE OPERACIÓN	8.063.326	8.063.326	17.305.689	17.305.689
GASTOS DE INVERSION	0	0	0	0
TOTAL	15.202.322	15.173.271	30.539.603	29.878.000

CUADRO DE RESUMEN DE DESEMBOLSOS.

Desembolso total aprobado por INNOVA CHILE para el periodo	\$ 45.051.271
Desembolso total aprobado imputable a fuente Innova	\$ 15.173.271
Monto Subsidio	\$ 46.824.000
Monto a devolver	\$ 0



4.1

COMENTARIOS FINANCIEROS GENERALES:

Analizada la información financiera del Informe Final, en el período comprendido entre febrero de 2007 a octubre de 2007, se puede informar lo siguiente:

- El costo total presupuestado para el proyecto asciende a \$ 111.689.000, de los cuales el máximo aporte de Innova corresponde a \$ 46.824.000, equivalentes al 41,92% y el aporte de la empresa corresponde a \$64.865.000 enterando el 100% del referido costo.
- Del total presupuestado para este periodo se rinde un monto de \$ 45.741.925, aprobándose \$45.051.271. De este último, se acepta con cargo a la subvención \$ 15.173.271, correspondiente al 41,92%.
- La diferencia entre el desembolso rendido y el aprobado, para este periodo, se debe a lo siguiente:
Partida Recursos Humanos: Se rechazan gastos imputados en la fuente Innova **\$29.051**, en el ítem eléctrico debido a que el valor de las horas hombre es superior al costo real verificado rescatado de las liquidaciones de sueldo. En el ítem Coordinador del proyecto, por la fuente la beneficiaria, se ha rechazado **\$ 661.603**, debido a que las horas hombre son superiores al costo real verificado según liquidaciones de sueldo.
- En términos generales, la rendición de gastos ha sido revisada según los antecedentes entregados por la empresa beneficiaria, y se encuentran razonablemente presentados.

Garantías

La garantía en poder de Innova Chile corresponde a Póliza N° 0120058656, por 2.548 UF, de Compañía de seguros Magallanes, con vencimiento el 22 de agosto de 2008

Procedimiento de validación:

- Chequeo de la información existente y de los gastos imputados por la empresa.
- Correlación de facturas rendidas en el informe con el Libro de Compras.
- Contraste de liquidaciones de sueldo y boletas de honorario con Libros de Remuneraciones y Honorarios, respectivamente.
- Revisión de correspondencia entre los impuestos declarados y pagados según Formulario N° 29 y los determinados según libros contables desde febrero a octubre de 2007

Se realizó visita a la empresa contemplando las siguientes actividades:

- Revisión de originales y validación del pago de facturas imputadas.
- Recopilación y verificación de documentación complementaria al Informe Avance
- Verificación del orden y custodia de la información contable relativa al proyecto, que la empresa mantiene.

Comentarios:

- ✓ Se realizó visita a terreno el martes 08 de abril de 2008, donde se sacaron copias de la muestra seleccionada de los documentos originales revisados y timbrados por Innova.
- ✓ La documentación de respaldo no se encuentra invalidada a través de un timbre indicando que la factura se ocupó para el proyecto. Por tal motivo se solicitó a la empresa timbrar todos los documentos financieros y se revisarán en el próximo periodo de rendición.



- ✓ La documentación adicional obtenida en visita financiera, se adjuntará a la carpeta del proyecto.
- ✓ Al momento de realizar la visita financiera a terreno, la empresa cooperó de manera oportuna y eficiente, proporcionando toda la información solicitada.
- ✓ El monto aprobado se confeccionó en base a los antecedentes entregados por “ESPICER, TECNOLOGIA ELECTROQUIMICA DE ELEMENTOS MECANICOS.”
- ✓ El informe de Avance N° 1 está elaborado de acuerdo a las “Pautas y Plantillas de Elaboración de Informes” establecidas por INNOVA CHILE
- ✓ La documentación que respalda el presente informe cumple los requerimientos de presentación establecidos por INNOVA CHILE.

Conclusión

En base a los antecedentes analizados y considerando que no quedan compromisos financieros para esta etapa se recomienda aprobar el presente informe de avance.

Se sugiere a la empresa disminuir los montos de garantía equivalente a los fondos por rendir por un total de \$ 31.650.729, al momento de ser aprobado el informe. En otro caso mantener el mismo documento en custodia hasta la aprobación del informe final.

Ejecutivo Financiero: M^a CAROLINA MOYA PARRAGUEZ

5. CONCLUSIONES FINALES Y RECOMENDACIONES

El proyecto ha cumplido la mayoría de las actividades planificadas inicialmente, faltando la fabricación del prototipo, acción que se ve reflejado en la diferencia de gastos entre lo planificado y la realidad. Las actividades no ejecutadas se efectuarán en la segunda etapa del proyecto. Pese a ello, el proyecto está bien encaminado porque se están realizando las actividades de forma profesional y tomándose todos los resguardos para el buen diseño y fabricación del cortador de tuercas.

Referente a los gastos para este periodo, se rindieron \$ 45.741.925, aprobándose \$45.051.271, la diferencia se debe a el rechazo de gastos en recursos humanos por la sobrevaloración de las horas-hombre respecto a las liquidaciones de sueldo del eléctrico y del coordinador del proyecto. De la cantidad aprobada, se acepta con cargo a la subvención \$ 15.173.271, correspondiente al 41,92% del subsidio (porcentaje aprobado por comité).

Considerando que se han realizado buena parte de las actividades comprometidas y que los gastos son coherentes a las actividades realizadas, se recomienda aprobar el informe de avance N°1.

Las actividades pendientes para la siguiente etapa corresponden a: Fabricación del prototipo (pendiente etapa N°1), Ensamblado de todos los sistemas que conforman las unidades del equipo y Pruebas pilotos.

Se sugiere a la empresa, si así le conviene dado los costos financieros que ello implica, disminuir los montos de garantía equivalente a los fondos por rendir por un total de \$ 31.650.729, al momento de ser aprobado el informe de avance. En caso contrario, mantener el actual documento en custodia hasta la aprobación del informe final.



Fecha: 21 de abril 2008

MARICHEN GALDAMES GOLDBERG
Ejecutivo Proyectos
INNOVA CHILE