

# Evaluación de soluciones técnicas

**Asignatura:** Planificación y Control de Calidad en Proyectos de Automatización y Robótica

**Sección:** V-IRA-N6-P1-C1

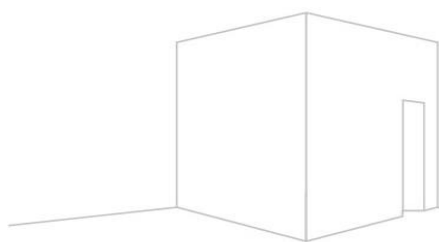
**Nombre del docente:** Diego

**Nombre de los integrantes del grupo:** Santiago Carvajal

Diego Torres

Marcelo González

**Fecha de entrega:** 09/09/2023



## Índice

Introducción .....	3
Objetivo .....	4
Diagrama de flujo del proceso de chancado .....	8
Lista de materiales .....	10
Programación .....	10
Carta Gantt .....	12
Normativas medioambientales en Chile. ....	15
Presupuesto de la planta de chancado. ....	16
Conclusiones.....	19

## Introducción

Automatización para la Eficiencia en la Extracción de Minerales: Un Paso Innovador para Flor del Bosque.

Flor del Bosque, una empresa minera comprometida con la calidad y el progreso, se encuentra ante un emocionante desafío: modernizar su planta de chancado de piedra en un proceso de extracción de minerales que hasta ahora ha sido artesanal. En este contexto, un equipo de ingenieros de automatización busca transformar la forma en que operan, aumentando la producción, mejorando la seguridad y elevando la calidad de sus productos.

La extracción de minerales, incluida la piedra, es vital para numerosas industrias. Flor del Bosque reconoce la necesidad de evolucionar y dejar atrás métodos tradicionales. El proyecto de automatización se enfoca en la incorporación de tecnología moderna, como sistemas de control avanzados y sensores inteligentes, para obtener beneficios notables.

Este proyecto busca elevar la eficiencia de producción, mejorar la seguridad de los trabajadores y asegurar la calidad del producto final. La automatización representa un paso significativo hacia el futuro de Flor del Bosque y su contribución al desarrollo sostenible en la industria minera.

## Objetivos

### **Objetivo General:**

Automatizar la planta de chancado de la minera Flor del Bosque para mejorar la eficiencia operativa, la seguridad laboral y la calidad del producto en el proceso de extracción de minerales.

### **Objetivos Específicos:**

1. Aumentar la capacidad de procesamiento de minerales en un 20% en los primeros 12 meses de implementación de la automatización, permitiendo una mayor extracción y beneficio económico.
2. Minimizar la exposición de los trabajadores a situaciones riesgosas mediante la automatización de tareas peligrosas, como la manipulación manual de materiales, reduciendo así las tasas de accidentes laborales en un 30% en el primer año.
3. Lograr una variabilidad en la calidad del producto final de menos del 5% en términos de especificaciones, garantizando una calidad más consistente y mejorando la satisfacción del cliente.
4. Reducir el consumo de energía en un 15% y el desperdicio de materias primas en un 10% mediante la automatización de procesos, contribuyendo así a la sostenibilidad ambiental y económica.
5. Establecer un sistema de monitoreo continuo para detectar anomalías y realizar un mantenimiento predictivo, aumentando la disponibilidad de la planta en un 95% y minimizando tiempos de inactividad no planificados.
6. Proporcionar formación especializada al personal existente para operar y mantener los sistemas automatizados de manera eficiente, garantizando una transición exitosa hacia la automatización.
7. Realizar revisiones periódicas y ajustes según las retroalimentaciones del proceso para mantener y mejorar continuamente la eficiencia y la seguridad operativa.
8. Asegurarse de que la planta automatizada cumpla con todas las regulaciones y estándares de seguridad aplicables, evitando sanciones y garantizando un entorno de trabajo seguro para el personal.

## Caso “Automatización del proceso de chancado”

En marzo del 2023, en la Región de Coquimbo, comuna de Monte Patria, localidad de La Saucera y en la mina “Flor del Bosque”, los pirquineros locales, en conjunto con el Ministerio de Minería, extraen oro y piedras preciosas por medio técnicas artesanales y la implementación de tecnologías vinculadas a la automatización de procesos. Esta última, corresponde a una inversión ministerial, la cual está orientada a desarrollar programas para aumentar la capacidad de extracción en base a un sistema de chancado de roca.

### Procesos:

- En la operación artesanal, el proceso se desarrolla con la extracción de la roca, para ello se utiliza dinamita, lo que da como resultado que las rocas adquieran diversos tamaños. Estas son llevadas a un punto de acopio, donde manualmente se reduce el tamaño, para luego procesar en un trómel preparado para la extracción del mineral.
- El financiamiento obtenido desde el Ministerio ha permitido la adquisición de equipos mecánicos y de automatización, con el fin de aumentar la producción y reducir los riesgos para los operarios.

### Equipamiento de automatización

- En el proceso artesanal se ha incorporado equipamiento de automatización, donde se ha instalado un brazo robótico para el movimiento de las rocas, un chancador que se encarga de reducir el tamaño de estas, una cinta de transporte que traslada las rocas de menor tamaño y tres unidades de humectación del material obtenido del chancado.
- Además, el proceso cuenta con un conjunto de sensores en cada una de las acciones, a de modo de obtener una realimentación para que el sistema opere de forma autónoma. Debe ser supervisado a través de un sistema SCADA.

## Equipamiento del sistema automatizado:

En la figura 1 se muestra un diagrama del equipamiento adquirido, también el proceso tiene un tablero (ver Figura 2), el cual da inicio al proceso. Al presionar INICIO PROCESO, el proceso se encuentra en Modo Automático. Para salir de este modo, se realiza al presionar PARADA PROCESO. Al salir del Modo Automático, el proceso se detiene.

Figura N°1: Representación del proceso de chancado de acero.

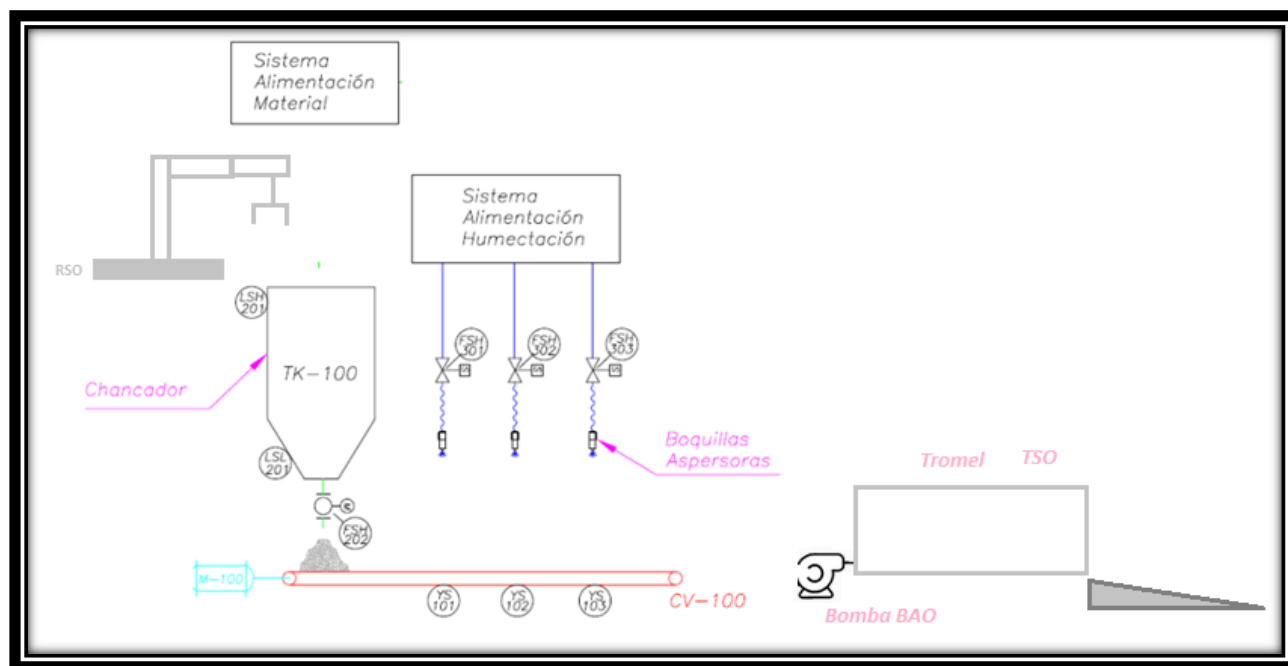


Figura N°2: Tablero de Control Proceso Chancado



Fuente: elaboración propia.

### **Modo Automático del Proceso:**

En el proceso se incluyen elementos mecánicos, eléctricos y de automatización. El brazo robot esta previamente programado para realizar la tarea de traslado de rocas para alimentar el chancador, solo requiere una activación mediante la señal RSO.

Una vez lleno el chancador, se cierra la válvula FSH-201 y se debe esperar 10 minutos para moler el material. Mientras esto sucede, la correa transportadora y las válvulas de humectación no deben estar funcionando. Posteriormente, se debe abrir la válvula FSH-202 por 30 segundos, además comienza a andar la correa transportadora.

Cuando una carga pase por algún sensor de posición se debe activar la válvula de humectación correspondiente por 30 segundos (la correa nunca se detiene). Luego que la carga pasa por todo el sistema de humectación, se vuelve a abrir la válvula FSH-202, repitiendo el ciclo para una nueva carga que ingresa al proceso.

En el caso que se vacíe el chancador, se debe terminar la producción de la correa transportadora y repetir el proceso.

Por último, la distancia entre las boquillas aspersores es tal que, nunca funcionan dos simultáneamente.

El sensor LSH201 indica el nivel máximo del chancador, mientras que el sensor LSL201 indica si el nivel mínimo del chancador.

La entrada y salida del Modo Automático desde el tablero, debido a pulsar Parada, se considera un proceso nuevo, no reanuda en donde quedo anteriormente. Es decir, volveríamos a llenar el chancador.

Después de pasar la carga por el tercer aspersor, no es necesario que pase un tiempo para que esta abandone el sistema. La segunda carga es depositada inmediatamente.

EL material va directo al trómel y se acciona TSO y la bomba de agua BAO. El funcionamiento del trómel es hasta que se complete el lavado del material de rocas

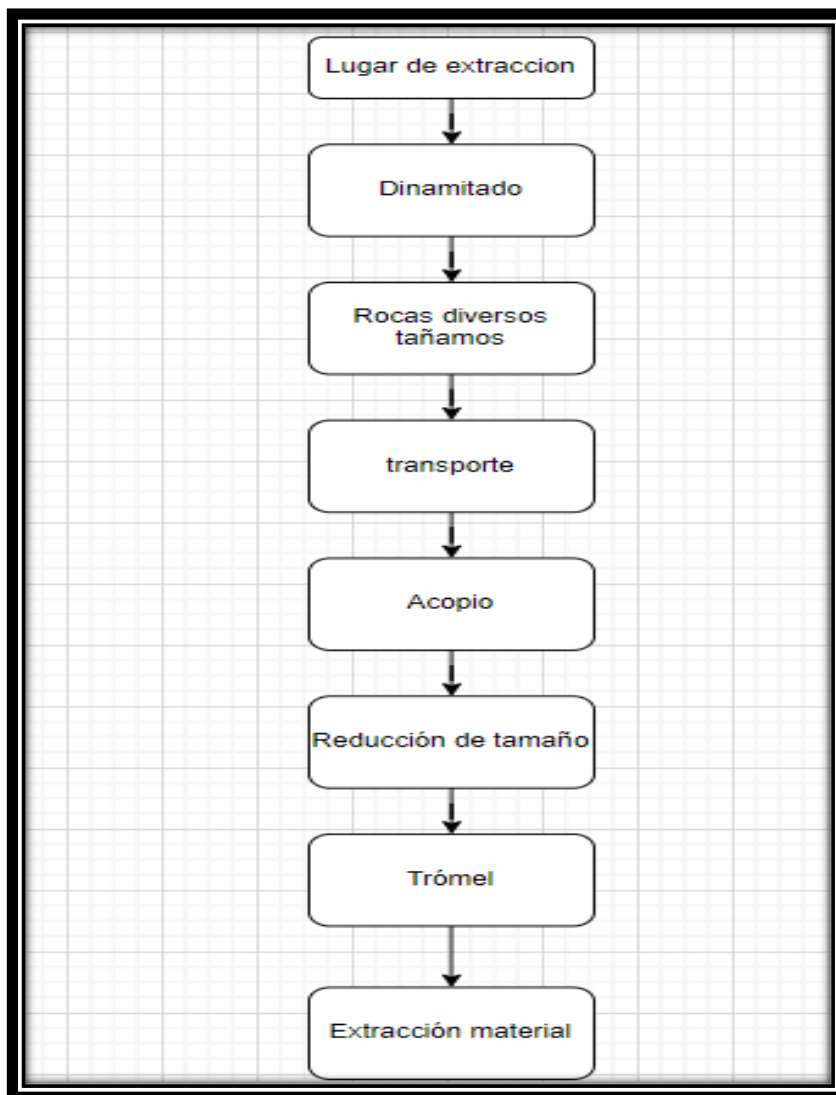
### **Cierre del caso**

A partir del caso planteado, se requiere planificar la automatización del proceso y evaluar la solución técnica de diseño de proyectos de ingeniería en sistemas. Es importante reconocer todos los antecedentes planteados, para administrar los recursos materiales y humanos, de este modo establecer la planificación que considere la normativa vigente y de seguridad.

## Diagrama de flujo del proceso de chancado

Diagrama de flujo representativo del proceso actual de la planta de extracción de mineral, en el cual la planta funciona con un control manual.

*Ilustración 1 Proceso Artesanal*





El diagrama de flujo que se presenta en la ilustración 1 y 2 demuestra las mejoras que se implementaran en la planta de chancado para poder pasar de un control manual a un control automático, con la automatización de la planta de chancado a un 100% se mejoran los tiempos de producción y disminuirá la exposición de los trabajadores a circunstancias adversas para la salud.

Ilustración 3 - Proceso Automatizado parte 1

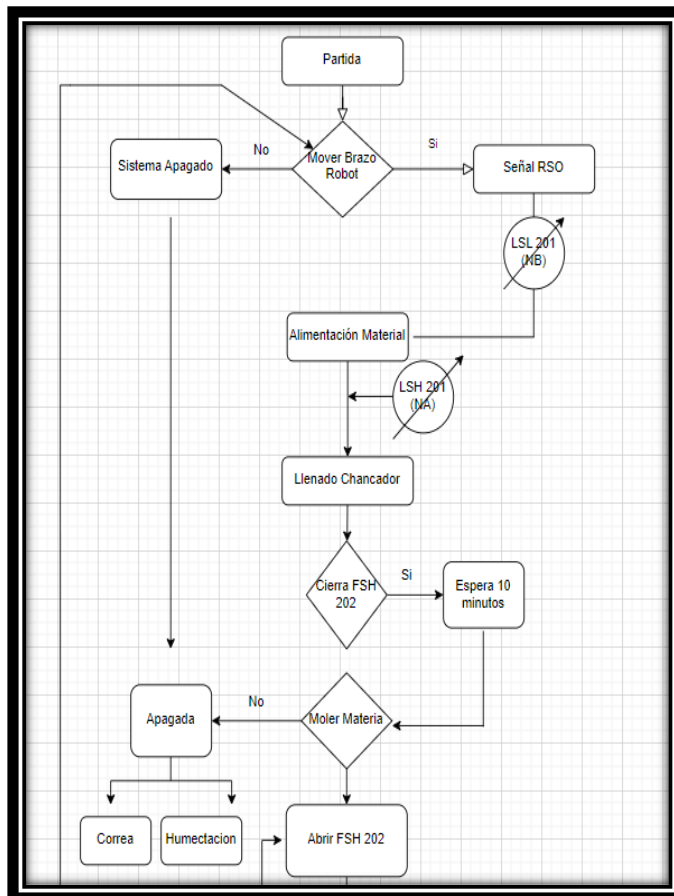
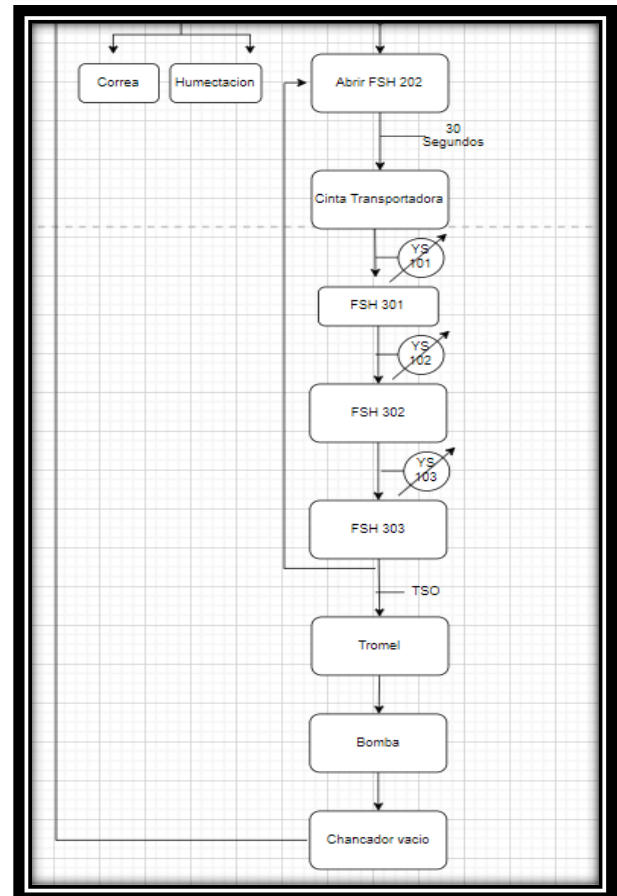
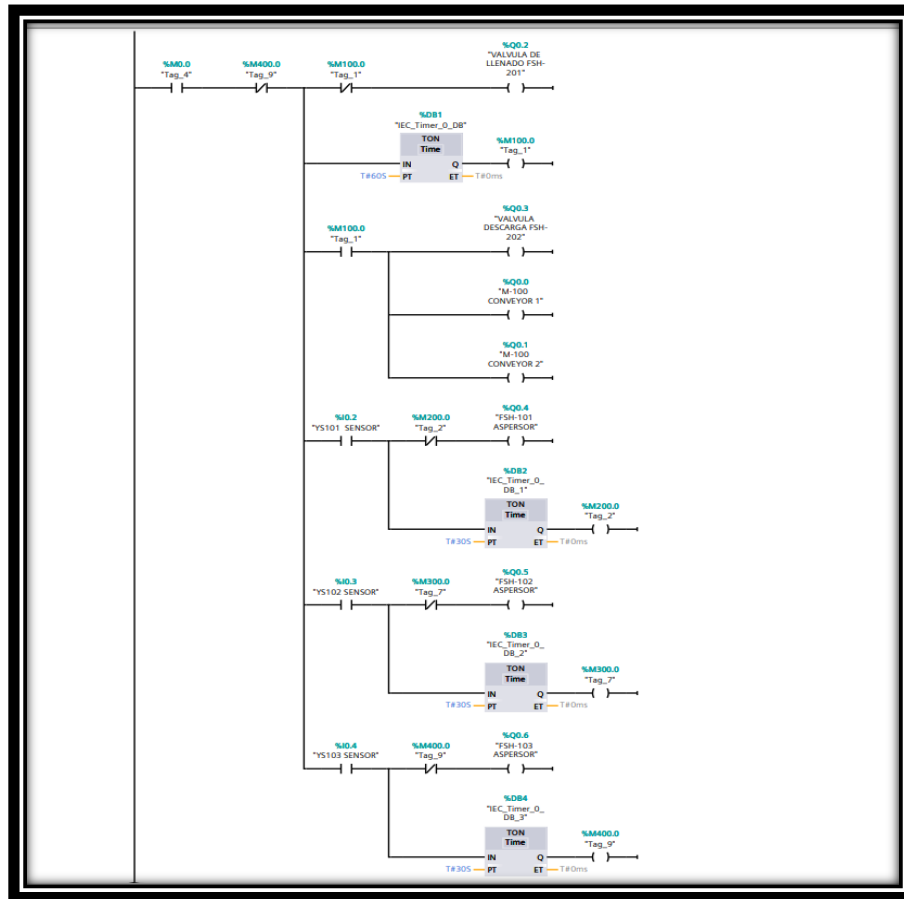


Ilustración 2 - Proceso Automatizado parte 2



La automatización de la planta de chancado requiere modificaciones para lograr el control automático y una de ellas es la inclusión de instrumentos de medición y de control, estos instrumentos nos permitirán lograr el control deseado de la planta. Los instrumentos ya están todos identificados con las funciones que cumplirán en la automatización de la planta. El siguiente listado se muestran todos los instrumentos que deberá manipular el instrumentista en la planta de chancado de piedra.





Para el cumplimiento de todas las metas y fechas de trabajo, organizamos nuestra carta Gantt de acuerdo con el proyecto propuesto. Con la fecha de inicio de cada actividad y la fecha de termino lograremos cumplir con nuestros objetivos específicos y que a la ves estos nos llevaran a cumplir el objetivo general que es la automatización de la planta de chancado de piedra de la minera Flor del Bosque.

## Carta Gantt

Carta Gantt desarrollada con sistema (ROA).

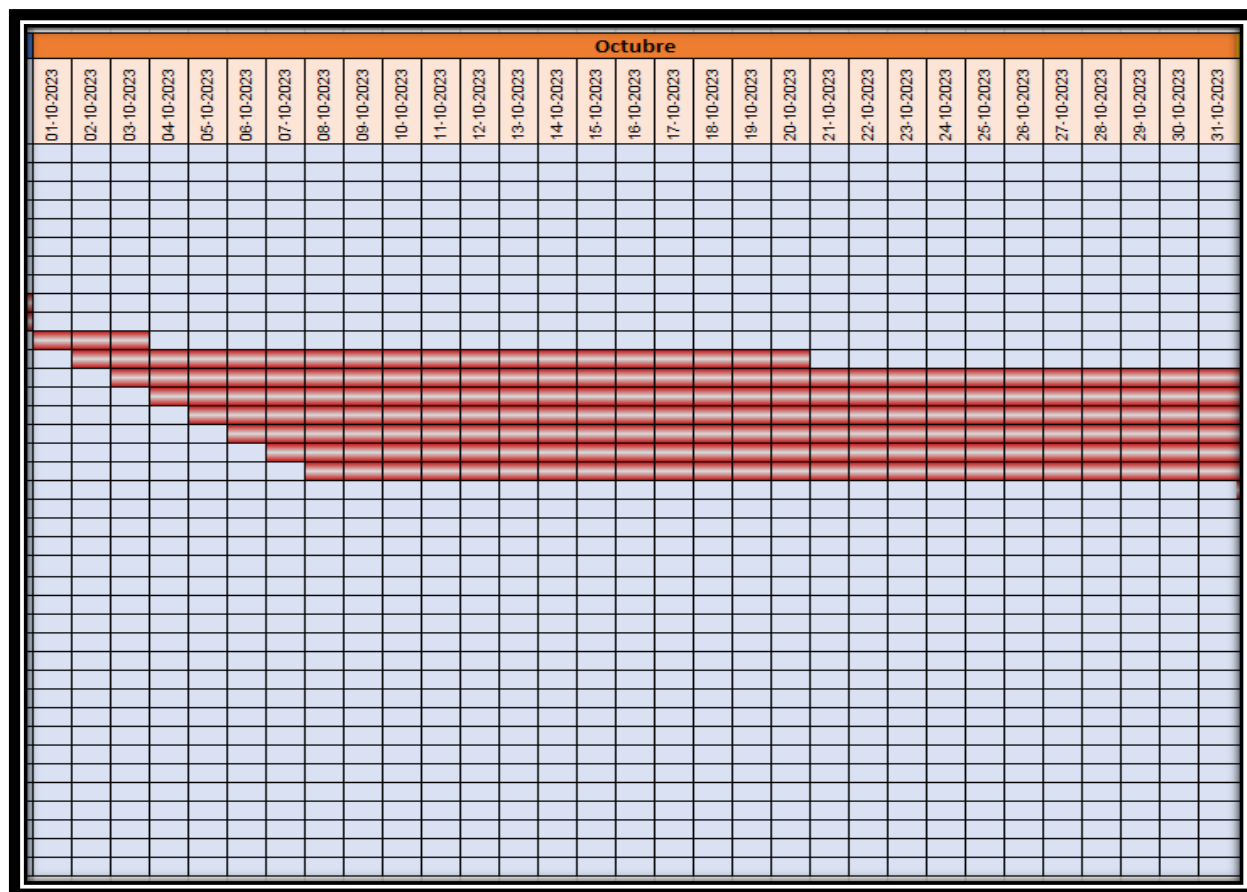
Ilustración 4 - Carta Gantt items

Resultados	Objetivo General	Objetivo Especifico	Actividades	Inicio	Final
<ul style="list-style-type: none"> <li>*Disminuir la tasa de accidentabilidad</li> <li>*aumentar la productividad</li> <li>*Aumentar el tiempo de disponibilidad por turnos.</li> <li>*Reducir los costos del proceso.</li> <li>*Monitoreo a distancia en tiempo real.</li> <li>*Eliminar mortalidad de empleados.</li> <li>*Actualización de tecnologías</li> </ul>	<p>Optimizar el proceso de chancado de la planta minera con dos principales objetivos. lo primero es aumentar la seguridad en el proceso de chancado con la implementación de tecnologías como la automatización y la robótica.</p> <p>Por otra parte, será el objetivo de aumentar la productividad hasta en un 300% anual.</p>	Investigar	Visita a terreno	02-09-2023	06-09-2023
		Logística	Contactar a jefe de área	09-09-2023	11-09-2023
			Solicitar información	06-09-2023	09-09-2023
			Aporte de demandante	09-09-2023	14-09-2023
			Arriendo hospedaje	02-09-2023	15-09-2023
			Coordinar Colaciones	03-09-2023	16-09-2023
		Trabajos obras civiles	Movilización a Faena	04-09-2023	17-09-2023
			Compra EPP faltantes o renovación	05-09-2023	25-09-2023
			Retirar materiales proveedores	06-09-2023	30-09-2023
			Trasladar materiales a terreno	07-09-2023	30-09-2023
			Solicitar permisos	01-10-2023	03-10-2023
		Fabricación equipos y	Limpieza	02-10-2023	20-10-2023
			Revisar base	03-10-2023	02-11-2023
			Anclajes	04-10-2023	03-11-2023
			Preparación conexiones agua	05-10-2023	04-11-2023
			Fabricación de Galpón	06-10-2023	05-11-2023
		Implementación y puesta en marcha	Fabricación Sala de control	07-10-2023	06-11-2023
			Preparación energía eléctrica	08-10-2023	07-11-2023
			Fabricación Correas transportadoras	01-11-2023	30-11-2023
			Fabricación Chancador	02-11-2023	30-11-2023
			Fabricación tableros Boquillas de agua	03-11-2023	30-11-2023
			Fabricación de tablero eléctrico	04-11-2023	30-11-2023
			Ensamblaje bomba BAO	05-11-2023	30-11-2023
			Fabricación Trómel	05-11-2023	30-11-2023
			Fabricación estanque de agua	05-11-2023	30-11-2023
			Ensamblaje y prueba de robot	05-11-2023	30-11-2023
		Finalización	Conectar bomba BAO a suministro agua	01-12-2023	08-12-2023
			Conectar BOMBA BAO a electricidad	01-12-2023	08-12-2023
			Conectar Chancador electricidad	01-12-2023	08-12-2023
			Conectar sistema de humidificación	01-12-2023	08-12-2023
			Conectar eléctricamente correa	01-12-2023	08-12-2023
			Habilitar tablero eléctrico	01-12-2023	08-12-2023
			Revisión de programa	01-12-2023	08-12-2023
			Pruebas Preliminares	01-12-2023	15-12-2023
			Correcciones	01-12-2023	16-12-2023
			Pruebas	01-12-2023	17-12-2023
			Puesta en marcha	01-12-2023	18-12-2023
			Entrega de proyecto	09-12-2023	10-12-2023
			Recepción y aprobación	10-12-2023	10-12-2023

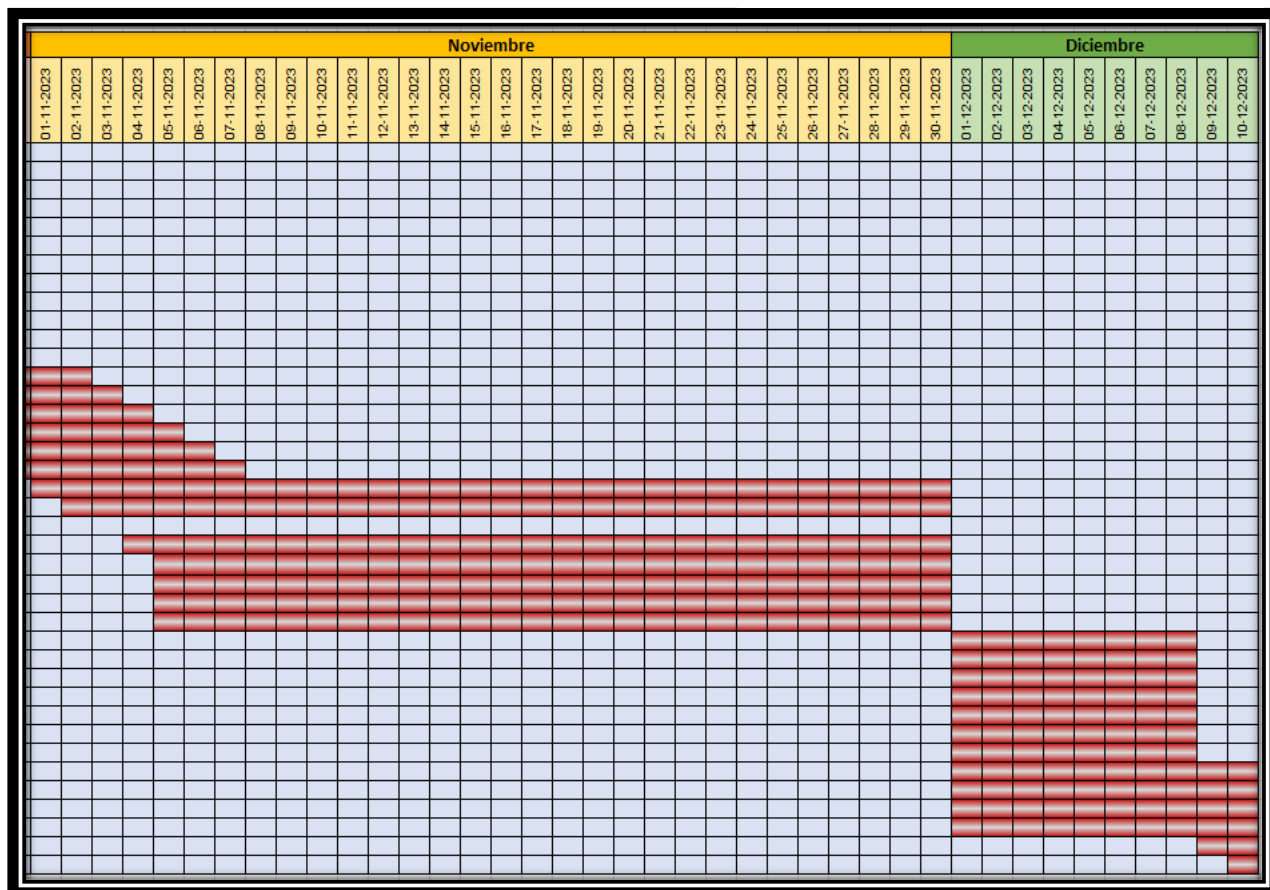
El mes de septiembre será la punta pies inicial para empezar a desarrollar el proyecto, en donde se aran las primeras visitas a la planta, periodo de reconocimiento y para obtener la información necesaria de cómo organizar a todo el personal que desarrollara el proyecto.



Ilustración 6 - Actividades en octubre



Noviembre y diciembre serán meses cruciales porque se empieza hacer el montaje de los instrumentos y las pruebas de la planta. También estos meses nos darán información respecto si estamos en el plazo propuesto en la carta Gantt para el termino de las actividades.



## Normativas medioambientales en Chile

**1. Ley de Bases del Medio Ambiente (Ley N°19.300).** Esta ley establece las bases generales para la protección del medio ambiente en Chile. Cualquier proyecto, incluida una planta de chancado de piedra, debe cumplir con los requisitos y procedimientos establecidos en esta ley. Esto incluye la realización de evaluaciones de impacto ambiental y la obtención de permisos ambientales.

**2. Reglamento de Emisiones a la Atmósfera (Decreto Supremo N°13/2012).** Este reglamento establece límites máximos de emisión para diversas sustancias contaminantes en la atmósfera. Una planta de chancado de piedra podría generar emisiones de polvo y partículas, por lo que debe cumplir con estos límites y tomar medidas para controlar y reducir la contaminación del aire.

**3. Norma de Calidad Ambiental para Ruido (Decreto Supremo N°146/1997).** Este decreto establece los estándares de calidad ambiental para el ruido en Chile. Las operaciones de chancado de piedra pueden generar niveles significativos de ruido, por lo que es importante cumplir con los límites de ruido permitidos y tomar medidas de mitigación, como barreras acústicas.

## Presupuesto de la planta de chancado.

El presupuesto desempeña un papel crítico en la gestión de la planta de chancado. Hacer uso de este es esencial para mantener al margen y orden los valores totales de la planta para garantizar la eficiencia, la rentabilidad y la continuidad de la operación, es fundamental contar con un presupuesto bien estructurado y planificado.

A partir de esta breve introducción se hace paso al presupuesto implementado, en el que se dividen por RRRHH (Recursos Humanos, Gastos operacionales, Gastos administrativos y Gastos de inversión. Dicho esto, se obtiene el valor total de lo que conlleva cada rama y el valor general que se obtiene dentro del proceso.

*Ilustración 8 – Presupuesto de RRHH.*

Items	Nombre	Descripción / Función	Monto	Meses	Total	Horas humano al mes	Salario hora	Salario mes
RRHH	Ingeniero de procesos	Ingeniero encargado de procesos	\$1.200.000	8	\$9.600.000	180	\$6.769	\$1.218.572
	Prevencionista	Evaluar y proporcionar seguridad a trabajadores	\$700.000	5	\$3.500.000	180	\$4.308	\$726.840
	Técnico en Minería	Monitoreo geólogo y de tronaduras	\$600.000	8	\$4.800.000	180	\$3.632	\$664.560
	Diseñador	Desarrollar y gestionar soluciones de productos y servicios	\$625.000	5	\$3.125.000	180	\$3.846	\$692.280
	Mecánico	Mantenimiento de maquinaria	\$600.000	7	\$4.200.000	180	\$3.632	\$664.560
	Montajista	Montaje de equipos u elementos del proceso	\$600.000	4	\$2.400.000	180	\$3.632	\$664.560
	Ingeniero eléctrico	Diseño y estudio del proceso	\$1.200.000	8	\$9.600.000	180	\$7.385	\$1.329.300
	Ingeniero en automatización	Diseño y control del proceso	\$1.300.000	5	\$6.500.000	180	\$7.450	\$1.341.000
	Técnico en instrumentación	Instalación, operación, mantención y programación de instrumentos inteligentes.	\$850.000	6	\$5.100.000	180	\$4.879	\$878.220
Total RRHH					\$48.825.000	Total		\$8.179.892



Ilustración 9 – Presupuesto de Gastos Operacionales.

Gastos Operacionales	Costos de seguros	Implementación de medidas de seguridad, equipos de protección personal y capacitación.	\$2.500.000	5	\$12.500.000
	Servicios de transportes	Movimiento de materiales desde y hacia la planta de chancado.	\$60.000.000	5	\$300.000.000
	Servicios de capacitación	Programas de formación y capacitación para el personal en temas de seguridad, operación y Trituradoras, Cribas o Tamices, Cargadores frontales, Excavadoras, Perforadoras, Grúas, Equipos de transporte, etc.	\$3.200.000	6	\$19.200.000
	Servicios arriendo de maquinaria	Coordinación y gestión de la cadena de suministro para garantizar que los insumos lleguen a tiempo.	\$70.050.000	3	\$211.500.000
	Servicios de logística	La energía necesaria para alimentar las plantas de chancado y las instalaciones auxiliares.	\$3.000.000	3	\$9.000.000
	Costos de electricidad	Salarios y gastos generales asociados con la gestión y supervisión de la operación minera	\$3.000.000	2	\$6.000.000
	Costos de administración y supervisión	Salarios y beneficios para el personal de operación y mantenimiento.	\$8.500.000	8	\$68.000.000
	Costos de mano de obra	Suministro y tratamiento de agua para el proceso de chancado y el control de polvo.	\$2.000.000	8	\$16.000.000
	Costos de Agua	Explosivos para la fragmentación de rocas.	\$1.500.000	8	\$12.000.000
	Costos de explosivos		\$3.200.000	8	\$25.600.000
Total gastos operacionales					\$679.800.000

Ilustración 10 – Presupuesto de Gastos Administrativos.

Gastos Administrativos	Contabilidad	Registro, gestión y el seguimiento de las transacciones financieras y los recursos económicos relacionados con la operación.	\$2.500.000	8	\$20.000.000
	Notaria	Mantenimiento de registros precisos y legales, cumplimiento gubernamentales, contratos	\$2.500.000	8	\$20.000.000
	Personal de administración	Gestión y supervisión de las operaciones mineras.	\$2.000.000	7	\$14.000.000
	Arriendo de oficina	Alquiler de espacio de oficina para el personal administrativo.	\$1.500.000	4	\$6.000.000
	Gastos servicios básicos	Costos asociados a la provisión de servicios esenciales para el funcionamiento de la planta.	\$850.000	8	\$6.800.000
	Servicios de comunicación	Gastos relacionados con telefonía, Internet y comunicación interna y externa.	\$650.000	7	\$4.550.000
	Auditorías y revisiones	Costos asociados con auditorías internas o externas para garantizar el cumplimiento de normativas y estándares de seguridad y	\$1.500.000	2	\$3.000.000
	Consultorías	Contratación de consultores externos para proyectos específicos, como estudios de impacto	\$2.500.000	3	\$7.500.000
	Publicidad y relaciones públicas	Gastos en campañas de marketing, publicidad y relaciones públicas para promocionar la	\$3.000.000	4	\$12.000.000
	Viajes y hospedajes	Gastos de viaje, alojamiento y alimentación para el personal administrativo en desplazamientos de trabajo.	\$4.500.000	2	\$9.000.000

Ilustración 8 – Presupuesto de Gastos de inversión y Total presupuesto del proyecto de chancado.

Gastos de Inversión	Computadores	Proporcionar funcionalidades de control, monitoreo, automatización y gestión de datos.	\$3.500.000	2	\$7.000.000
	Equipos del proceso	Llevar a cabo el proceso de fragmentación de minerales y puesta en marcha de la planta.	\$65.000.000	8	\$520.000.000
	Herramientas	Su uso es para mantenimiento y la reparación de equipos, así como en la gestión de emergencias.	\$9.500.000	7	\$45.500.000
	Container	Transportar y almacenar mercancías de manera eficiente en la industria de la logística y el transporte.	\$1.200.000	2	\$2.400.000
Total gastos de inversión					\$574.900.000
Total presupuesto del proyecto de chancado					\$1.406.375.000

## Conclusiones

1. La automatización exitosa de la planta de chancado de la minera Flor del Bosque ha permitido un aumento significativo en la capacidad de producción, lo que se traduce en un mayor beneficio económico y una posición más competitiva en el mercado de minerales.
2. La reducción de la exposición de los trabajadores a entornos peligrosos ha sido un logro fundamental, con una disminución del 30% en las tasas de accidentes laborales en el primer año de implementación, lo que demuestra un compromiso sólido con la seguridad de los empleados.
3. La mejora en la uniformidad del producto final, con una variabilidad de menos del 5%, ha llevado a una mayor satisfacción del cliente y a la consolidación de la reputación de la minera Flor del Bosque como proveedor de minerales de alta calidad.
4. La optimización en el uso de recursos, incluyendo la reducción del consumo de energía en un 15% y la disminución del desperdicio de materias primas en un 10%, ha contribuido a la sostenibilidad ambiental y económica de la empresa.
5. La implementación de sistemas de monitoreo en tiempo real ha permitido una alta disponibilidad de la planta, minimizando tiempos de inactividad no planificados y asegurando una operación eficiente y confiable a lo largo del tiempo.