

CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE

VICEPRESIDENCIA DE PROYECTOS

INGENIERÍA DE DETALLE



**PROYECTO MINA CHUQUICAMATA SUBTERRANEA
INGENIERÍA, SUMINISTRO, CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN
MARCHA DEL SISTEMA INTEGRADO DE OPERACIÓN SIO+
ING&SUM RED RISC & RAG.**

CONTRATO N°4501791997

DOCUMENTO INGENIERÍA



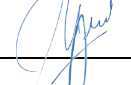

DESCRIPCIÓN DE SISTEMA Y ARQUITECTURA PROPUESTOS SDP

N14MS03-I1-ROCKWELL-70130-000II02-6600-001

0	23/01/2019	Construccion	A.Gudenschwager/ Ing. Especialista	D.Alarcón/Jef e Ingeniería	F.Peña/ Jefe Calidad R.A	N.Flores/ Jefe Of. Técnica R.A
B	19/11/2018	Revisión Codelco	A.Gudenschwager/ Ing. Especialista	D.Alarcón/Jef e Ingeniería	F.Peña/ Jefe Calidad R.A	N.Flores/ Jefe Of. Técnica R.A
A	12/11/2018	Revisión Interna	A.Gudenschwager/ Ing. Especialista	D.Alarcón/Jef e Ingeniería	F.Peña/ Jefe Calidad R.A	N.Flores/ Jefe Of. Técnica R.A
REV	FECHA	EMITIDO PARA	POR	REV.	APR.	REVISO
			Rockwell Automation Chile S.A.			CODELCO
			N° DE PROYECTO EPC-029B			Pág. 1 de 11
  			N14MS03-I1-ROCKWELL-70130-000II02-6600-001			REV 0

DOCUMENTO INGENIERÍA	N14MS03-I1-ROCKWELL-70130-000II02-6600-001	Página
DESCRIPCIÓN DE SISTEMA Y ARQUITECTURA PROPUESTOS SDP		2 de 11

APROBACIONES

MININGTAG S.A. / ROCKWELL AUTOMATION		FIRMAS	FECHA
PREPARADO POR	Axel Gudenschwager/MiningTAG		23/01/2019
REVISADO POR	Daniel Alarcón/MiningTAG		23/01/2019
APROBADO POR	Fernando Peña/Rockwell		ENE. 2019
APROBADO POR	Natalia Flores/Rockwell		ENE. 2019

DOCUMENTO INGENIERÍA	N14MS03-I1-ROCKWELL-70130-000II02-6600-001	Página
DESCRIPCIÓN DE SISTEMA Y ARQUITECTURA PROPUESTOS SDP		3 de 11

INDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	4
2	OBJETIVO.....	5
3	ALCANCE	5
4	REFERENCIA	5
5	DEFINICIONES	5
6	SISTEMA DE DETECCIÓN DE PRESENCIA	6
	6.1 GENERALIDADES.....	6
	6.2 REQUERIMIENTOS	6
	6.3 DISEÑO DE PORTALES	7
	6.4 ZONAS, ANTENAS Y DETECCIÓN.....	8
	6.5 SERVIDOR.....	9
	6.6 ENROLAMIENTO	9
	6.7 REPORTES Y COMUNICACIÓN.....	10
7	COMPORTAMIENTO ANTE FALLAS	10
	7.1 DESCONEXIÓN DE LA RED DE COMUNICACIONES	10
	7.2 PÉRDIDA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO	11
8	REGISTROS.	11
9	CONTROL DE CAMBIOS.	11
10	ANEXOS	11

DOCUMENTO INGENIERÍA	N14MS03-I1-ROCKWELL-70130-000I02-6600-001	Página
DESCRIPCIÓN DE SISTEMA Y ARQUITECTURA PROPUESTOS SDP		4 de 11

1 INTRODUCCIÓN

La Vicepresidencia de Proyectos de Codelco (en adelante CODELCO VP) está desarrollando el proyecto consistente en dar continuidad operativa a largo plazo para la División Chuquicamata (DCH), mediante el cambio del método de explotación minero, desde rajo abierto a subterráneo, manteniendo el funcionamiento de la planta concentradora existente. Este proyecto global ha sido denominado Proyecto Mina Chuquicamata Subterránea (PMCHS).

Dentro de las obras del proyecto se han establecido distintos contratos de infraestructura. El presente contrato asignado a Rockwell Automation corresponde al EPC N°029B de Codelco VP, el cual contempla la ingeniería de detalles, suministro, construcción y puesta en marcha del Sistema Integrado de Operación (SIO), y el diseño y servicios para las redes de comunicación RISC y RAG.

En este contexto, Rockwell Automation ha subcontratado a MiningTAG S.A. (en adelante MT) para el desarrollo de la ingeniería de detalles para el proyecto. Este considera el diseño y apoyo en la implementación del Sistema Integrado de Operación (SIO), la Plataforma Integrada de Operación (PIO) y del Sistema Integrado de Seguridad (SIS). Además de la ingeniería de detalles de las redes de comunicación RISC y RAG.

La Plataforma Integrada de Operación (PIO) permitirá operar la Mina Chuquicamata Subterránea en forma centralizada y coordinada desde el Edificio del Centro Integrado de Operación & Gestión (CIO&G), por medio de estaciones de operación y de ingeniería.

Por otro lado, para asegurar las condiciones necesarias para la operación del sistema Integrado SIO, considera el desarrollo de los sistemas de seguridad (SIS) de la mina. Este considera el Sistema de Monitoreo y Señalización (SMS), Sistema de Detección de Incendio (SDI), Circuito Cerrado de Televisión (CCTV), Sistema de Control de Acceso (SCA), Sistema de Detección de Presencia (SDP), Sistema de Intercomunicación de Emergencia (SIE) y el Sistema de Mantenimiento Predictivo (SMP).

Todos los sistemas mencionados operan sobre una Infraestructura de Comunicaciones basada en el diseño de dos redes corporativas jerárquicas, denominadas Red Integrada de Supervisión y Control (RISC), y Red Administrativa General (RAG).

En la infraestructura de comunicaciones, el proyecto realizará la habilitación de los sistemas en la Sala de Datos y Comunicaciones Principal CIOG (existente en DMH), y la implementación de una Sala de Datos y Comunicaciones Secundaria (tipo container) al interior de la mina, considerando el cableado y los equipos de comunicaciones requeridos por ambas redes, para atender a los sistemas del SIO.

DOCUMENTO INGENIERÍA	N14MS03-I1-ROCKWELL-70130-000I02-6600-001	Página
DESCRIPCIÓN DE SISTEMA Y ARQUITECTURA PROPUESTOS SDP		5 de 11

2 OBJETIVO

El objetivo del presente documento es detallar la filosofía del sistema de control de presencia (SDP) el cual permite registrar el ingreso y conocer la ubicación del personal, vehículos o activos al interior de la mina subterránea división Chuquicamata.

3 ALCANCE

El proyecto sistema detección de presencia abarca una magnitud de 125 portales de detección de 4 vías, distribuidos en los niveles de la mina que definen diferentes zonas en las cuales se podrá identificar la presencia de personas, vehículos u objetos que porten un Tag RFID activo.

El proyecto considera un total de 4.000 Tag para personas, 600 Tags para vehículos menores, 400 tags para vehículos pesados y 100 tags para chequeo de funcionamiento de motor, en conjunto con dos estaciones de monitoreo y administración.

Con este sistema se busca dar solución a uno de los requerimientos de seguridad en la mina subterránea relativo a disponer de información en tiempo real y confiable sobre la cantidad, ubicación e identificación del personal al interior de las faenas, permitiendo en un caso de emergencia gestionar con mejor información medidas de contingencia.

4 REFERENCIA

- Disposición de equipos en planta, N14MS03-I1-ROCKWELL-70130-100AT02-6600-001/15.
- Procedimiento de montaje de equipos, N14MS03-I1-ROCKWELL-70130-PROEL02-6600-001.
- Diagrama de montaje de equipos, N14MS03-I1-ROCKWELL-70130-002EL02-6600-004.
- Diagrama de bloques (Arquitectura), N14MS03-I1-ROCKWELL-70130-102AR02-6600-001.

5 DEFINICIONES

Las siguientes abreviaturas se utilizarán a lo largo de este documento:

SDP	:	Sistema Detección Presencia
PMCHS:		Proyecto Mina Chuquicamata Subterránea
SIO	:	Sistema Integrado de Operación
TAP	:	Túnel Acceso Principal
RFID	:	Identificación por Radio Frecuencia (Radio Frequency Identification)

DOCUMENTO INGENIERÍA	N14MS03-I1-ROCKWELL-70130-000I02-6600-001	Página
DESCRIPCIÓN DE SISTEMA Y ARQUITECTURA PROPUESTOS SDP		6 de 11

6 SISTEMA DE DETECCIÓN DE PRESENCIA

6.1 GENERALIDADES

El sistema de control de presencia o SDP, es un sistema de identificación por radio frecuencia RFID con una configuración de detección basada en zonas, es decir, basa su funcionamiento en la detección de entradas y salidas de ítems entre zonas preestablecidas empleando portales de detección.

Los elementos fundamentales que componen el sistema son:

- Tags RFID activos: Dispositivos electrónicos con fuente de energía propia que, mediante ondas de radio, transmiten información almacenada en su memoria interna, información que incluye un código identificador.
- Lectores RFID: Dispositivos capaces de capturar la información enviada por uno más Tag activos, la que puede ser recuperada por el servidor del sistema.
- Servidores del sistema: Servidor principal y de respaldo que cuentan con una base de datos que permite asociar el código identificador del Tag con el ítem que se quiere identificar, en conjunto a los registros de las detecciones de los tags por los distintos portales, alarmas del sistema, entre otros. En base a la información obtenida, se ejecutan todos los procesos necesarios para la asignación de zonas de los ítems en conjunto con ejecutar métodos requeridos para la interfaz de usuario y para los reportes del sistema.

Cabe destacar que, Como en cualquier sistema RFID, este sistema solo detecta tags, por lo tanto, el sistema no es capaz de detectar personas/vehículos que no porten un Tag activo en buen estado.

6.2 REQUERIMIENTOS

Para asegurar un correcto funcionamiento del sistema, necesariamente se debe cumplir que:

- Toda persona que ingrese o salga del interior mina porte un Tag RFID activo en buen estado
- Que el código identificador del Tag activo esté asociado correctamente a la persona que porta el Tag con información almacenada en el servidor. (Por ejemplo: Nombre, apellido, Rut, empresa, sexo, edad, entre otros)
- Cada uno de los accesos y salidas de la mina (o zona de interés) cuente con un portal que permita la identificación de los Tag activos.
- Que el portal cuente con los medios de comunicaciones para enviar la información al servidor del sistema.

DOCUMENTO INGENIERÍA	N14MS03-I1-ROCKWELL-70130-000I02-6600-001	Página
DESCRIPCIÓN DE SISTEMA Y ARQUITECTURA PROPUESTOS SDP		7 de 11

Al menos un usuario cuente con acceso al sistema de manera de poder visualizar la información consolidada adquirida de todos los portales.

6.3 DISEÑO DE PORTALES

El portal es la integración de diferentes componentes que permiten la identificación de la entrada y salida de ítems marcados con un Tag activo.

Sus principales componentes son:

- Lectores RFID: cada lector incluye dos puertos de antenas, con capacidad de diferenciar desde qué antena se realizó la lectura y con qué potencia se recibió la señal.
- Antenas: se emplean de forma casi exclusiva antenas direccionales que permiten discriminar el sentido del ítem marcado al pasar por el portal.
- Gabinete: brinda protección a los componentes de las condiciones de polvo y agua del ambiente.

Cada portal incluye en su interior dos lectores RFID con capacidad para conectar 2 antenas en cada lector, con lo que se tiene la capacidad de conectar hasta 4 antenas, lo que permite la detección de hasta 4 zonas por portal.

Los lectores RFID empleados al interior del portal difieren levemente según la forma de conexión a la red de comunicaciones y energización, específicamente se pueden tener dos tipos de lectores:

- Lector RFID maestro: cada lector RFID maestro se comunica directamente a la red de comunicaciones y se conecta directamente a la red de energía.
- Lector RFID esclavo: los lectores RFID esclavos se energizan y comunican mediante una salida de un lector RFID maestro.

Junto a los componentes principales, cada portal cuenta con componentes adicionales que agregan funcionalidades importantes para el sistema, entre las que destacan:

- Fuentes de alimentación y protecciones eléctricas
- Respaldo de energía mediante banco de baterías.
- Módulo I/O para envío de alertas al servidor y protección de la batería de respaldo.
- Switch de comunicaciones para conexión del lector maestro y módulo I/O a la red local. La conexión a la red local puede ser mediante fibra óptica (convertor de medios) o cable UTP si el punto está a menos de 100 m de un gabinete de comunicaciones.

DOCUMENTO INGENIERÍA	N14MS03-I1-ROCKWELL-70130-000I102-6600-001	Página
DESCRIPCIÓN DE SISTEMA Y ARQUITECTURA PROPUESTOS SDP		8 de 11

6.4 ZONAS, ANTENAS Y DETECCIÓN

Durante el diseño del sistema, se define una cantidad β de zonas y subzonas de acuerdo a la distribución de la mina y los lugares a monitorear.

A partir de estas zonas, se planifica la instalación de los portales en los puntos de entrada/salida de cada zona, con una antena polarizada en la dirección de la zona a cubrir, con lo que cada vez que un tag entra en el campo de lectura de una antena, el sistema asocia que dicho tag se encuentra en esa zona.

Cada una de las antenas del sistema debe estar asociada a una zona de forma sobreyectiva, es decir cada antena debe tener asociada una única zona, pudiendo estar múltiples antenas asociadas a la misma zona y existiendo como mínimo una antena por zona,

Cuando un ítem marcado con un Tag activo es detectado por una antena del lector RFID, ese ítem se registra en el sistema asociado a la zona de la antena que lo detectó. Se visualizará el ítem en el sistema si y solo si el Tag activo está registrado en la base de datos del sistema asociado a información específica del ítem (enrolamiento).

Si más de una antena detecta el Tag, el sistema escoge aquella antena que recibe mayor potencia de recepción del Tag detectado.

La información que se entrega al usuario corresponde a la última zona en la que se detectó cada ítem marcado, y dado que se asume que todas las posibles salidas cuentan con un portal, se concluye que actualmente el ítem sigue en esa zona.

En la Fig. 6.1 se presenta un ejemplo con dos accesos.

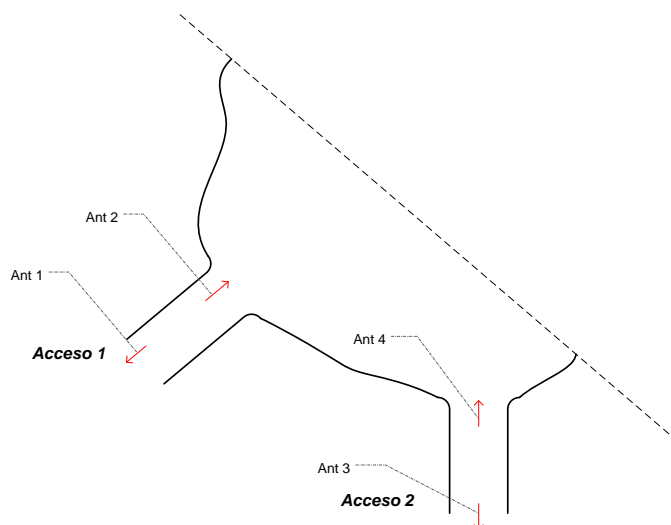


Fig. 6.1 Ejemplo de zonas sistema SDP

DOCUMENTO INGENIERÍA	N14MS03-I1-ROCKWELL-70130-000I02-6600-001	Página
DESCRIPCIÓN DE SISTEMA Y ARQUITECTURA PROPUESTOS SDP		9 de 11

En este caso un sistema SDP tendría un portal en cada acceso, cada uno con dos antenas. Una configuración posible sería la siguiente:

- Zona Exterior: con las antenas 1 y 3 asociadas a la misma zona.
- Zona Interior: con las antenas 2 y 4 asociadas a la misma

Así, si se registra que la última detección de un ítem fue realizada por la antena 2, el sistema mostrará a ese ítem en la zona interior y lo moverá a la zona exterior cuando sea detectado por la antena 1 o por la antena 3.

6.5 SERVIDOR

El sistema SDP opera con dos servidores, configurados como un servidor principal y un servidor de respaldo. Mientras estos servidores mantengan comunicación entre sí, el servicio de monitoreo de portales se mantiene activo únicamente en el servidor principal y desactivado en el servidor de respaldo y las bases de datos correspondientes se mantienen con información duplicada de forma automática mediante un proceso de réplica en SQL server. Dentro de la base de datos que se mantiene sincronizada se encuentra la información de enrolamiento, información del estado de los portales, registros de detección de tags, entre otras informaciones del sistema.

En caso de que el servidor principal y de respaldo pierdan comunicación entre si se activa el servicio de monitoreo de portales en ambos servidores, permitiendo que ambos servidores recopilen de forma independiente la información de cada portal a su alcance. Una vez reestablecida la comunicación, se sincronizan nuevamente las bases de datos y se detiene el servicio de monitoreo de portales en el servidor de respaldo. De la misma forma, si el servidor principal falla, el servidor de respaldo suple íntegramente la operación del servidor principal.

6.6 ENROLAMIENTO

En el caso de personas, cada ID se asocia a información de identificación de la persona, como nombre, rut, empresa, entre otros, así como en el caso de vehículos se vincula patente, marca/modelo, empresa, entre otros.

Para realizar el enrolamiento, el sistema tiene una aplicación de escritorio llamada Watcher NG que permite el registro manual de un ítem a la vez.

DOCUMENTO INGENIERÍA	N14MS03-I1-ROCKWELL-70130-000I02-6600-001	Página
DESCRIPCIÓN DE SISTEMA Y ARQUITECTURA PROPUESTOS SDP		10 de 11

6.7 REPORTES Y COMUNICACIÓN

Cada uno de los portales reporta cada detección realizada por los lectores RFID al servidor central, en conjunto con reportes del módulo I/O, el cual detalla el estado de la batería y la energía de la red eléctrica.

En base a la información recopilada en el servidor central se implementa una aplicación web, la cual organiza y presenta la información de la cantidad de personas presentes en cada una de las zonas del sistema, en conjunto con reportes en caso de trabajadores con tiempos excesivos al interior de la mina o trabajadores que llevan largos periodos sin ingresar.

También se considera la integración de esta información al sistema de control central (SCC) con los subsistemas de control (SCTP, SCTI, SCV, SCSA), mediante el acceso a la base de datos de la información.

7 COMPORTAMIENTO ANTE FALLAS

7.1 DESCONEXIÓN DE LA RED DE COMUNICACIONES

Una falla posible del sistema consiste en que uno de los portales quede sin comunicación y las lecturas realizadas no puedan ser enviadas al servidor del sistema.

Bajo esta condición, si un ítem es detectado por alguna antena de dicho portal, el servidor no recibirá esta información mientras persista la falla, de modo que no podrá asociar esta detección a alguna zona y finalmente no se visualizará la zona actual del ítem en el sistema.

Asumiendo que el portal se mantiene energizado y el lector RFID no dispone de red comunicaciones, cuando un ítem pase por un portal el lector almacenará en memoria únicamente la última detección de dicho Tag por cada antena, de manera a que al reestablecerse la conexión se envía esta información y el sistema podrá conocer la zona en que se encuentra el ítem y la hora de su última detección.

De acuerdo con esta descripción, si un ítem tiene varios ingresos y salidas por el mismo portal mientras dura la falla, sólo se registrará la última posición, esto para utilizar de mejor manera la memoria del lector.

La cantidad de Tags que pueden permanecer registrados en la memoria del lector bajo esta condición depende del tamaño del mensaje que envíen los Tags, normalmente es del orden de 800 Tags, por lo que durante una falla de comunicaciones el portal podrá registrar ingresos o salidas de 800 ítems diferentes. Si el mensaje enviado por Tag es el mínimo, se podrían registrar hasta 1000 Tags.

DOCUMENTO INGENIERÍA	N14MS03-I1-ROCKWELL-70130-000I02-6600-001	Página
DESCRIPCIÓN DE SISTEMA Y ARQUITECTURA PROPUESTOS SDP		11 de 11

El servidor genera una alarma de sistema cuando algún lector, maestro o esclavo, queda sin conexión. Evidentemente, si un lector maestro queda sin conexión, toda la cadena de lectores pierde conexión también.

El módulo I/O no registra localmente alertas históricas, el servidor lee el estado actual de las entradas digitales y registra en la base de datos las alertas, de manera que, si se pierde comunicación, las alertas que transcurran durante la falla, no serán registradas

7.2 PÉRDIDA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO

Si un portal se queda sin energía eléctrica, este seguirá operando con respaldo de batería durante veinticuatro horas aproximadamente, tiempo durante el cual, si el corte no afecta a la red de comunicaciones, el sistema seguirá operando en forma normal.

En este caso, localmente el portal detecta la falla de energía y genera una alerta que es rescatada desde el servidor utilizando el módulo I/O de cada portal.

Si la pérdida de suministro se extiende pasado el tiempo de operación de las baterías, dicho portal se mantendrá apagado hasta reestablecerse el suministro.

En caso de que la falla de energía afecta también a la red de comunicaciones, por ejemplo, que el switch donde se conecta el portal quede sin energía, la falla de energía no será reportada, sólo se detectará como falla de comunicaciones. Es decir, es posible que una falla reportada como de comunicaciones sea también de energía, en ese caso, transcurridas veinticuatro horas, el sistema perdería las lecturas del portal.

8 REGISTROS.

Código	Título
N/A	No Aplica

9 CONTROL DE CAMBIOS.

Versión	Fecha	Descripción de la modificación

10 ANEXOS

N/A