


## “Mejoras en seguridad minera subterránea mediante la iniciación (aplicación) de voladura electrónica centralizada desde superficie”

Nilo A. Mayta Valle, Ing. De Minas, Master en Regulación, Gestión y Economía Minera  
VOLCAN COMPAÑÍA MINERA S.A.A.

 **CONSTRUYENDO  
JUNTOS UN  
PERÚ MEJOR**



## CONTENIDO:

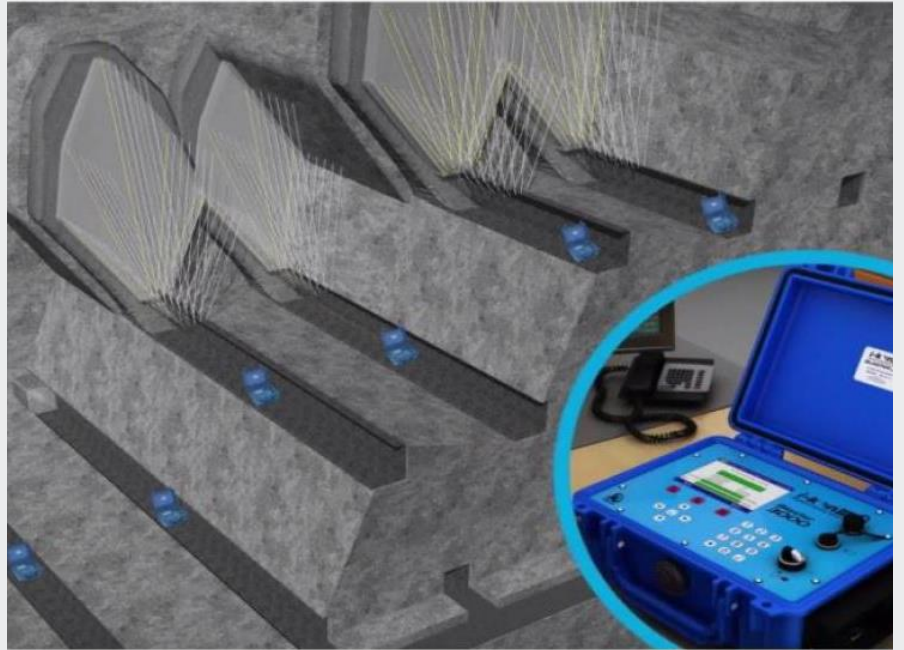
- Accidentes mortal por voladura mina San Cristobal (Volcan).
- Identificación de la alternativa para eliminar o reducir los accidentes por voladuras en minería subterránea.
- Nivel de riesgo de Volcan en el proceso de voladura subterránea.
- La seguridad en la actividad de voladuras en la explotación minera subterránea.
- Importancia de la infraestructura de comunicación para mejorar la seguridad en la actividad de voladura en minería subterránea.
- Aplicación de la iniciación de la voladura electrónica centralizada desde superficie en Volcan, Unidad Andaychagua.
- Validación del proceso de voladura electrónica centralizada iniciada desde superficie.
- Estrategia de implementación.
- Mejoras en seguridad mediante la iniciación de labores en toda mina desde superficie.



## **Accidente Mortal por Voladura Mina San Cristobal (VOLCAN)**



**Identificación de la alternativa  
para eliminar o reducir los  
accidentes por voladuras en  
minería subterránea.**



## Nivel de riesgo de Volcan en el proceso de voladura subterránea

### Riesgo antes de Junio 2020

Base de la Clasificación	E - Raro	D - Improbable	C - Posible	B - Probable	A - Casi Seguro
PORTADALIA	Improbable que ocurra durante toda la vida 0	Podría ocurrir una vez durante toda la vida 0	Podría ocurrir más de una vez durante toda la vida 0	Podría ocurrir aproximadamente una vez durante toda la vida 0	Puede ocurrir varias veces al año 0
POREL PERIODO DEL PROYECTO O PERIODO DE PRUEBA/DIAGN	Muy improbable que ocurra 0	Es más probable que NO ocurra a que ocurra 0	Es tan probable que ocurra como que no ocurra 0	Es más probable que ocurra a que no ocurra 0	Se espera que ocurra 0
NUOVO PROCESO / PLANTA / RD	No se conocen ocurrencias en la industria mundial más amplia	Ha ocurrido por lo menos una vez en la industria mundial más amplia	Ha ocurrido por lo menos una vez en las industrias de minería/comercialización de mercancías	Ha ocurrido por lo menos una vez dentro de Glencore	Ha ocurrido varias veces dentro de Glencore
<b>Categoría 5 Catastrófico</b>	15 (M)	19 (H)	22 (H)	<b>24 (H)</b>	25 (H)
<b>Categoría 4 Importante</b>	10 (M)	14 (M)	18 (H)	21 (H)	23 (H)
<b>Categoría 3 Moderado</b>	6 (L)	9 (M)	13 (M)	17 (H)	20 (H)
<b>Categoría 2 Menor</b>	3 (L)	5 (L)	8 (M)	12 (M)	16 (M)
<b>Categoría 1 Insignificante</b>	1 (L)	2 (L)	4 (L)	7 (M)	11 (M)

- ✓ Riesgo por caída de rocas por vibraciones ocasionadas por la voladura.
- ✓ Riesgo por la proyección de rocas durante la detonación.
- ✓ Riesgo por la onda de choque que genera una voladura.
- ✓ Riesgo de gaseamiento generados post voladura.
- ✓ Riesgo por detonación prematura por las malas practicas en el proceso de chispeo.
- ✓ Riesgo de inicio de voladura fuera de horario.

NIVEL DE RIESGO ACTUAL		
Catastrófico	B - Probable	<b>24 (H)</b>
Salud y Seguridad		

### Riesgo con controles actuales después de Julio 2020

Base de la Clasificación	E - Raro	D - Improbable	C - Posible	B - Probable	A - Casi Seguro
PORTADALIA	Improbable que ocurra durante toda la vida 0	Podría ocurrir una vez durante toda la vida 0	Podría ocurrir más de una vez durante toda la vida 0	Podría ocurrir aproximadamente una vez al año 0	Puede ocurrir varias veces al año 0
POREL PERIODO DEL PROYECTO O PERIODO DE PRUEBA/DIAGN	Muy improbable que ocurra 0	Es más probable que NO ocurra a que ocurra 0	Están probables que ocurra como que no ocurra 0	Es más probable que ocurra a que no ocurra 0	Se espera que ocurra 0
NUOVO PROCESO / PLANTA / RD	No se conocen ocurrencias en la industria mundial más amplia	Ha ocurrido por lo menos una vez en la industria mundial más amplia	Ha ocurrido por lo menos una vez en las industrias de minería/comercialización de mercancías	Ha ocurrido por lo menos una vez dentro de Glencore	Ha ocurrido varias veces dentro de Glencore
<b>Categoría 5 Catastrófico</b>	15 (M)	19 (H)	22 (H)	24 (H)	25 (H)
<b>Categoría 4 Importante</b>	10 (M)	14 (M)	18 (H)	21 (H)	23 (H)
<b>Categoría 3 Moderado</b>	6 (L)	9 (M)	<b>13 (M)</b>	17 (H)	20 (H)
<b>Categoría 2 Menor</b>	3 (L)	5 (L)	8 (M)	12 (M)	16 (M)
<b>Categoría 1 Insignificante</b>	1 (L)	2 (L)	4 (L)	7 (M)	11 (M)

- ✓ Procedimiento Corporativo de Chispeo y Voladura (06 Setiembre 2020).
- ✓ Horario de voladura establecido, con evacuación del personal que no esta involucrado en el proceso de chispeo y voladura.
- ✓ Control de ingreso y salida de mina, tag board implementado y Teseo en proceso.
- ✓ Secuencia del chispeo registrada en el Formato de Secuencia de Chispeo y Voladura.
- ✓ Permiso de voladura lo realiza el jefe de guardia al jefe de mina.
- ✓ Personal con experiencia y autorizado para el proceso de chispeo.
- ✓ Frecuencia radial para el proceso de chispeo y voladura (silencio radial).
- ✓ Personal ajeno a voladura 100% fuera de mina para iniciar la voladura.

NIVEL DE RIESGO ACTUAL		
Moderado	C - Posible	<b>13 (M)</b>
Salud y Seguridad		

## La seguridad en la actividad de voladuras en la explotación minera subterránea.

El desarrollo de las mejoras en seguridad con respecto a la actividad de voladuras de rocas en minería subterránea, se han visto rezagado por más de una década con respecto a la minería a tajo abierto. A la fecha se continúa realizando voladuras convencionales donde la iniciación de estas se realiza de forma manual, utilizando mechas de seguridad ensambladas.

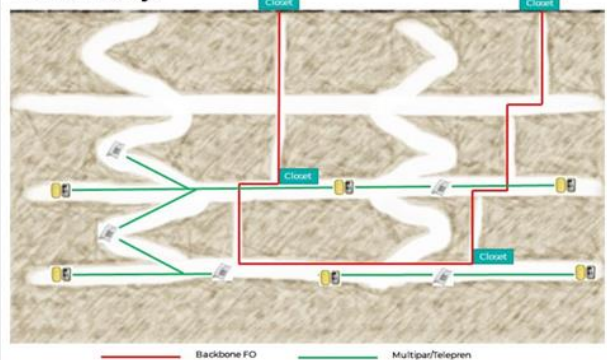


## Importancia de la infraestructura de comunicación para mejorar la seguridad en la actividad de voladura en minería subterránea

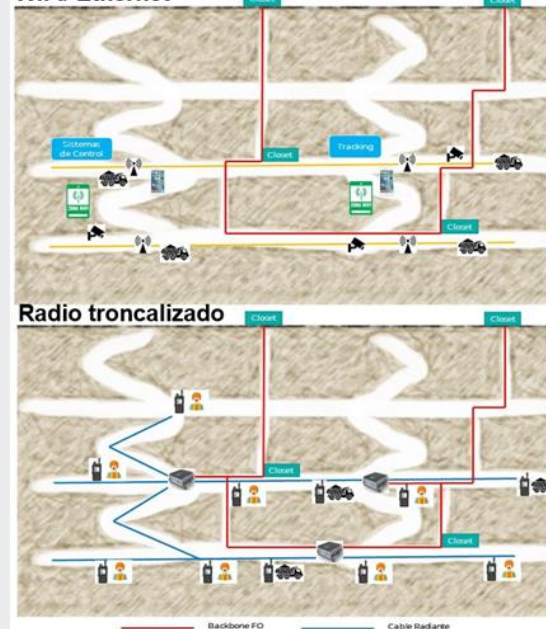
- Telefonía Fija
- Servicio WiFi/Ethernet (datos: computadoras, celulares, cámaras, ventiladores, bombas, etc)
- Comunicación Radial (troncalizado TETRA)

Todos estos sistemas de comunicación utilizan el backbone de Fibra Óptica como medio principal de transmisión.

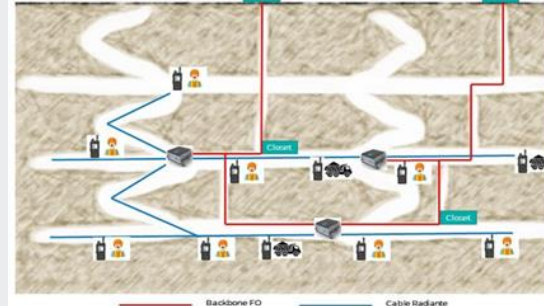
### Telefonía fija



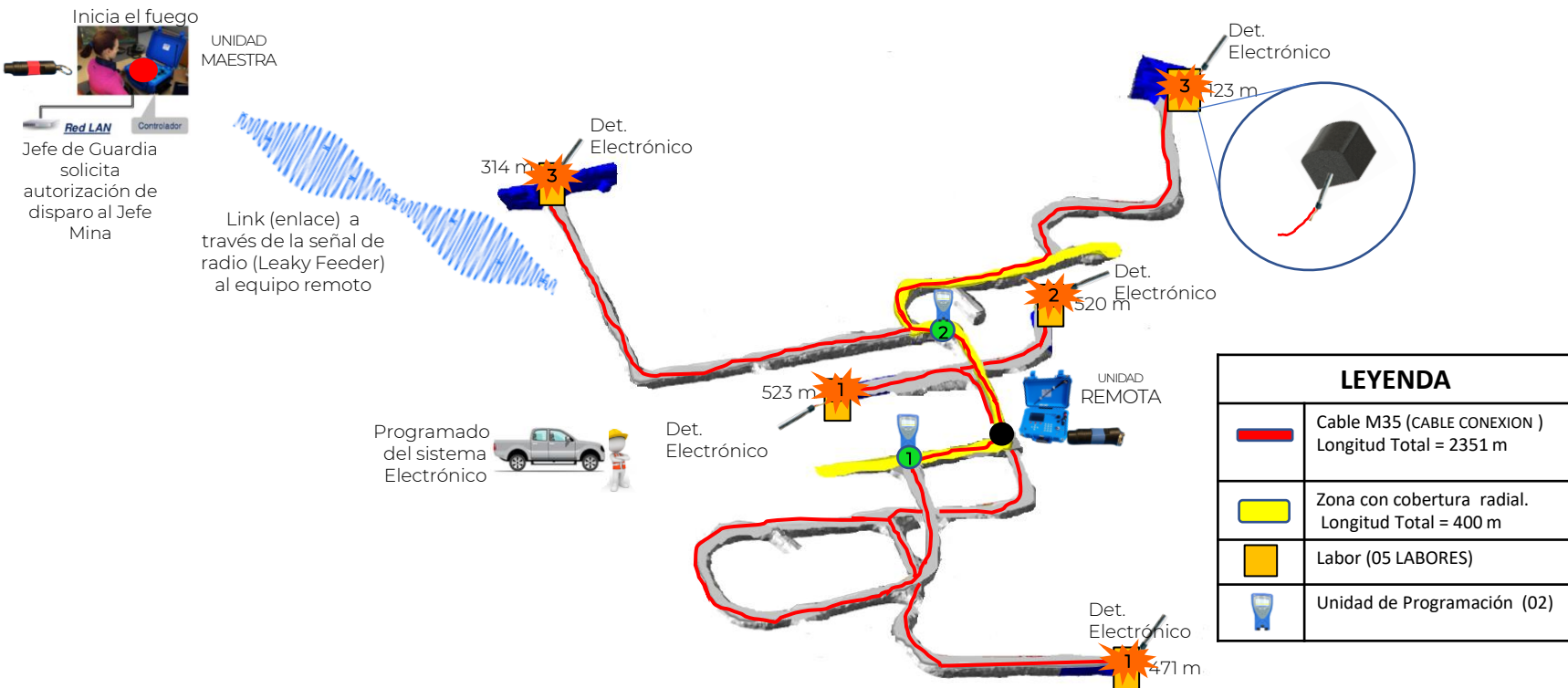
### WiFi/ Ethernet



### Radio troncalizado



## Aplicación de la iniciación de la voladura electrónica centralizada desde superficie en Volcan, Unidad Andaychagua



## Validación del proceso de Voladura Centralizada

### Objetivo:

- Asegurar una correcta implementación del sistema de Voladura Centralizada en las unidades mineras subterráneas de Volcan.

### Estrategia:

- Visita técnica a dos minas subterráneas ubicadas en México: Tizapa y la Herradura que tienen implementado el sistema de voladura centralizada.
- Se designó un equipo multidisciplinario (operaciones, logística, tecnología de la información).

### Plan de acción:

- Comparar la realidad actual de nuestras unidades mineras e identificar las brechas para una implementación segura.
- Recopilar información sobre la inversión requerida (CAPEX) y el presupuesto anual de operación de voladura centralizada (OPEX).



## Validación del proceso de Voladura Electrónica Centralizada: Minas Tizapa / Herradura VS Volcan

### Control acceso: Tag board



### Control de Acceso



### Centro de Operaciones Seguras



### Voladura centralizada



### Soporte & Mantenimiento



### Sistema de localización

**Smart Flow**  
Workflow Optimization System



## TIZAPA / HERRADURA

- Uso de **Tag board**.

- Uso de sistema **Smartflow / Imagine**

- Centro de operaciones seguras **COS** implementado.

- Sistema de voladura centralizada **ENAEX** implementada

- **Tizapa**: cuadrilla exclusiva.
- **La Herradura**: cuadrilla compartida con Mantto. Eléctrico.

- Uso de sistema **Smartflow / Imagine**.
- Backbone de fibra óptica y antenas WiFi implementado

## VOLCAN

- **Tag board** **Implementado**: ANI, ISL, AND y TIC, SCR y CAR

- **Teseo**: Uso en minas subterráneas de Volcan.

- **CIGORE**: Implementado en unidades de AND y SCR.

- En proyecto en las minas subterráneas de Volcan.

- Implementado en minas de Volcan.

- Backbone de fibra óptica implementado (no antenas Wi-Fi).

## Estrategia de Implementación

La implementación de la voladura centralizada consiste en dos fases:

**FASE I: Implementación con barreras duras con control de acceso a interior mina y Centro de Control.**

### Control de acceso:

- Implementación (100%) uso del tag board como control de las entradas y salidas a mina.
- Implementación de barrera dura de control de acceso a interior mina (Molinete de acceso peatonal): Junto al TESEO aseguraran la salida del personal previo a la voladura.

### Centro Integrado de Gestión de operaciones y respuestas a Emergencias (CIGORE):

- Implementación (100%) de Centro Integrado de Gestión de Operaciones y Respuestas de Emergencias (CIGORE).
- Ampliación de cobertura radial.

### Disciplina Operativa

- Refuerzo al cumplimiento de los estándares y procedimientos establecidos y gestión de consecuencias ante desvíos.

Base de la Clasificación	E - Raro	D - Improbable	C - Posible	B - Probable	A - Casi Seguro
PORTADURA DE LA VIDA	Improbable que ocurra durante toda la vida 0	Puede ocurrir una vez durante toda la vida 0	Podría ocurrir más de una vez durante toda la vida 0	Puede ocurrir aproximadamente una vez al año 0	Puede ocurrir varias veces al año 0
POR EL PERÍODO DEL PROYECTO	Muy improbable que ocurra 0	Es más probable que ocurra 0	Es tan probable que ocurra como que no ocurra 0	Es más probable que ocurra que no ocurra 0	Se espera que ocurra 0
PERÍODO DE PRUEBA O FIJO	0	0	0	0	0
NUERO PROCESO/PLANTA/ RHD	No se conocen ocurrencias en la industria mundial más amplia	Ha ocurrido por lo menos una vez en la industria mundial más amplia	Ha ocurrido por lo menos una vez en las industrias de minería/comercialización de mercancías	Ha ocurrido por lo menos una vez dentro de Glencore	Ha ocurrido varias veces dentro de Glencore
Categoría 6 Catastrófico	15 (M)	18 (H)	22 (H)	24 (H)	25 (H)
Categoría 4 Importante	10 (M)	14 (M)	18 (H)	21 (H)	23 (H)
Categoría 3 Moderado	6 (L)	9 (M)	13 (M)	17 (H)	20 (H)
Categoría 2 Menor	3 (L)	5 (L)	8 (M)	12 (M)	16 (M)
Categoría 1 Insignificante	1 (L)	2 (L)	4 (L)	7 (M)	11 (M)

NIVEL DE RIESGO		
Menor	D - Improbable	5 (L)
Salud y Seguridad		

### Controles Administrativos:

- Personal capacitado y entrenado.
- Procedimiento escrito de trabajo seguro (PETS).

### Control de Ingeniería:

- Uso de molinete como barrera dura del control de ingreso y salida.
- Implementación del centro de control (CIGORE + Gestión y monitoreo de voladuras).
- Proceso de iniciación de voladura desde un punto seguro o fuera de la mina.
- Los equipos cuentan con protocolos de seguridad y candados.
- Secuenciamiento de las voladuras realizadas en interior mina.

## Estrategia de Implementación

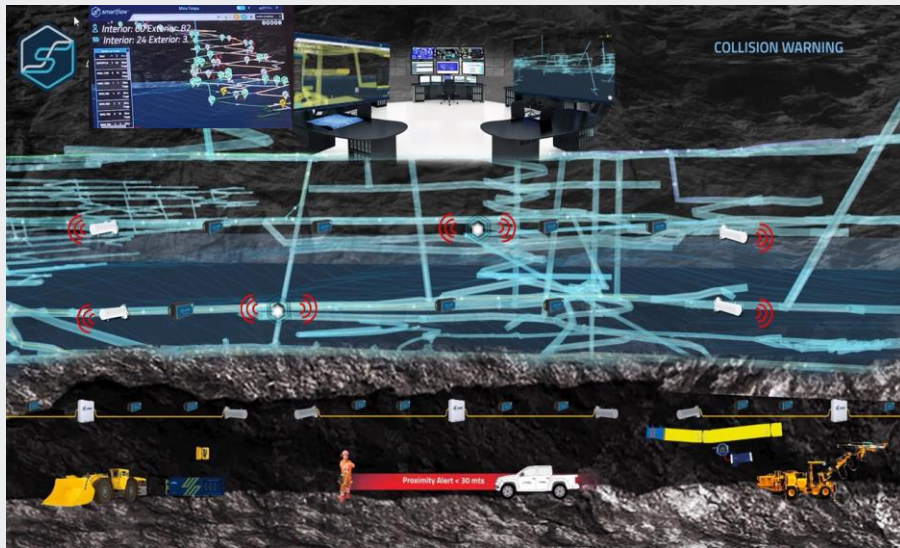
### FASE II: Implementación del sistema de localización de personal en mina:

#### Infraestructura de datos:

- Ampliar la cobertura de la fibra óptica en función a la dimensión de cada unidad minera.
- Implementar infraestructura de Wi-Fi (antenas)

#### Sistema de localización de personas en interior mina:

- Implementar una plataforma de gestión de la ubicación de las personas en interior mina en tiempo real.



## Mejoras en seguridad mediante la iniciación de labores en toda mina desde superficie

Base de la Clasificación	E - Raro	D - Improbable	C - Posible	B - Probable	A - Casi Seguro
PORTADALA VIDA O POR EL PERIODO DEL PROYECTO O PERIODO DE PRUEBA O FIJO NUEVO PROCESO / PLANTA / R&D	Improbable que ocurra durante toda la vida O Muy improbable que ocurra O No se conocen precedencias en la industria mundial más amplia	Podría ocurrir una vez durante toda la vida O Es más probable que NO ocurra a que ocurra O Ha ocurrido por lo menos una vez en la industria mundial más amplia	Podría ocurrir más de una vez durante toda la vida O Es tan probable que ocurra como que no ocurra O Ha ocurrido por lo menos una vez en las industrias de mineral/comercialización de mercancías	Puede ocurrir aproximadamente una vez al año O Es más probable que ocurra a que no ocurra O Ha ocurrido por lo menos una vez dentro de Glencore	Puede ocurrir varias veces al año O Se espera que ocurra O Ha ocurrido varias veces dentro de Glencore
<b>Categoría 5</b> Catastrófico	15 (M)	19 (H)	22 (H)	24 (H)	25 (H)
<b>Categoría 4</b> Importante	10 (M)	14 (M)	18 (H)	21 (H)	23 (H)
<b>Categoría 3</b> Moderado	6 (L)	9 (M)	13 (M)	17 (H)	20 (H)
<b>Categoría 2</b> Menor	3 (L)	5 (L)	8 (M)	12 (M)	16 (M)
<b>Categoría 1</b> Insignificante	1 (L)	2 (L)	4 (L)	7 (M)	11 (M)

NIVEL DE RIESGO		
Moderado	E - Raro	<b>1 (L)</b>
Salud y Seguridad		

### Controles Administrativos:

- Personal capacitado y entrenado.
- Procedimiento escrito de trabajo seguro (PETS).

### Control de Ingeniería:

- Instalación de equipos remotos para inicio de voladura centralizada.
- Proceso de iniciación de voladura desde superficie.
- Control de acceso y ubicación del personal. Evacuación del personal al 100% de interior mina (cero pernas en interior mina).
- Secuenciamiento de las voladuras en interior mina, activadas desde superficie.
- Los equipos cuentan con protocolos de seguridad para su uso.
- Los equipos cuentan con candados de acceso físicos y virtuales para evitar el uso inadecuado en las voladuras centralizadas.

CONSTRUYENDO  
JUNTOS UN  
PERÚ MEJOR



FORO DE  
**TECNOLOGIA**  
INNOVACIÓN Y SOSTENIBILIDAD

