

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK
FACULTAD DE CIENCIAS DEL TRABAJO Y COMPORTAMIENTO HUMANO



TRABAJO DE FIN DE CARRERA TITULADO:
“ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO DE CASCO INTELIGENTE EN TRABAJOS DE GALERÍAS Y TÚNELES”

REALIZADO POR:
FRANKLIN ALFREDO CRUZ SALGUERO

DIRECTOR DEL PROYECTO:
MSC. ESTEBAN CARRERA

COMO REQUISITO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
INGENIERO EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

Obras subterráneas – Construcción túneles



Riesgos existentes en túneles



OBJETIVO GENERAL

Determinar la funcionalidad de un modelo de casco inteligente mediante la realización de una prueba piloto en trabajos de galerías y túneles para analizar la viabilidad de su uso.



OBJETIVOS ESPECÍFICOS



Percepción



Encuestas de
satisfacción
del uso del
casco

Funcionalidad



Ensayo no
destructivo -
Prueba piloto

Eficacia



Sistemas de
seguridad -
costo
beneficio

JUSTIFICACIÓN

En el sector de la construcción y obra civil es necesaria la implementación de un equipo de protección que interactúe con el trabajador y sea capaz de comunicar eventos como emergencias o situaciones de riesgos existentes en los trabajos subterráneos con el fin de salvar vidas.



METODOLOGÍA

Cuantitativo

Encuesta (10
trabajadores)



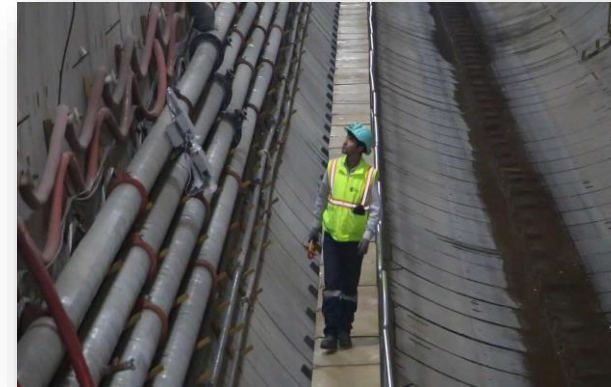
Cualitativo

Observaciones
Prueba piloto del casco



PRUEBA PILOTO

Los 10 trabajadores de un túnel se colocaron el equipo durante un mes, realizando cada uno sus actividades en sus puestos de trabajo.



Prueba de cobertura de telecomunicaciones

Envío de mensajes de texto desde cuarto de control a la pantalla del casete del casco, para enviar ayuda de la brigada de rescate en caso de emergencia.



Envío mensaje de texto a casete

PRUEBA PILOTO



Prueba de detección de impacto al casco



Envío reporte al Cuarto de control

Se realizaron pruebas de detección de impacto, las cuales consistieron en un golpe en el casco del trabajador, por lo que la unidad registró su intensidad, localización, dirección, evaluó el impacto y transmitió el evento al cuarto de control.

PRUEBA PILOTO

Se analizó la calidad del aire mediante los sistemas de sensores adaptados al casco indicando si ésta es nociva para el trabajador.



Calidad de atmósfera – operador TBM

Retroalimentación del funcionamiento de los sistemas del casco para evidenciar fallos en comunicaciones y mejorar el sistema de transmisión de datos al cuarto de control, así como alarmas falsas, y los parámetros de medición y tolerancia de los sistemas del casco.

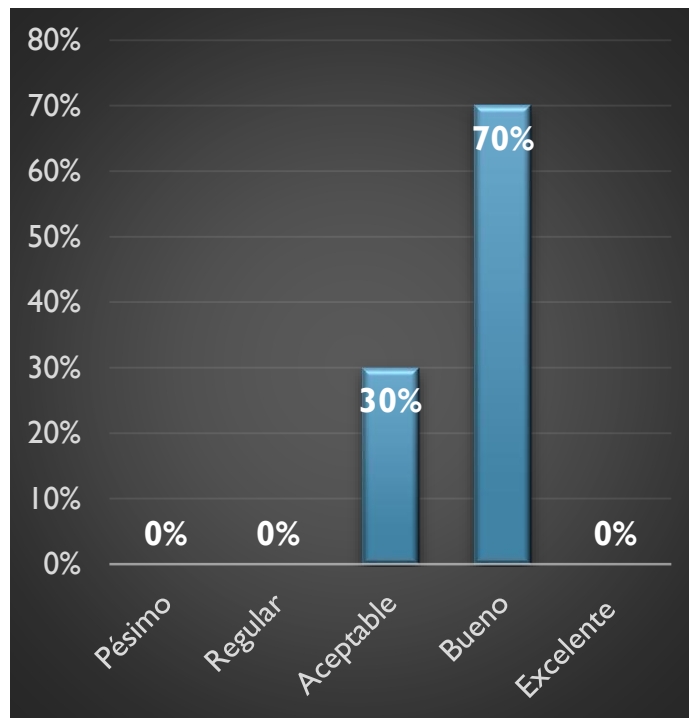


Reunión retroalimentación casco

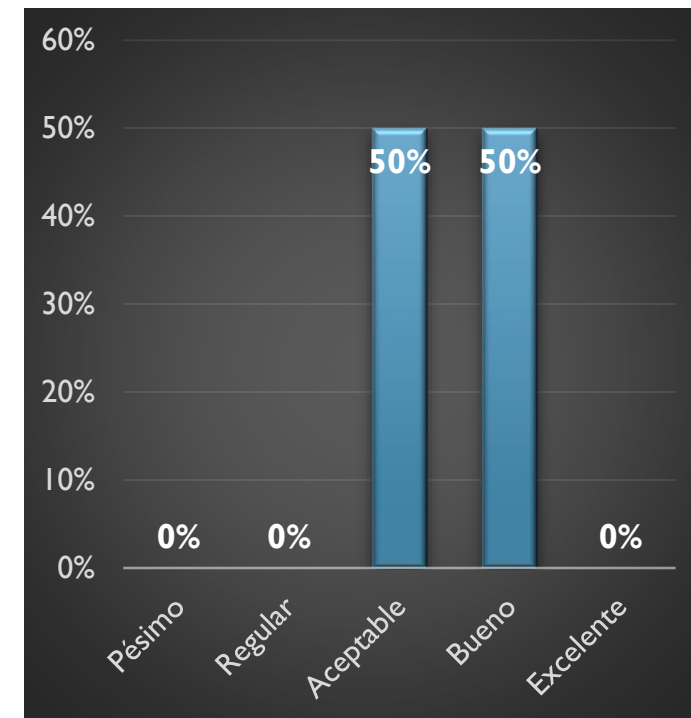
MÉTODO (ENCUESTAS SATISFACCIÓN DE USO DE CASCO INTELIGENTE)



1. ¿Cómo califica la comodidad que le brindó el casco?



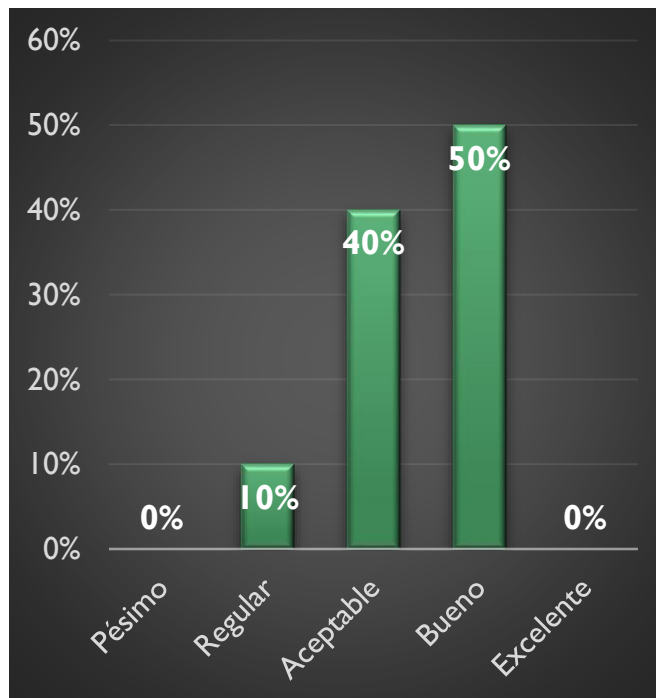
2. ¿Considera que el casco es cómodo por su peso?



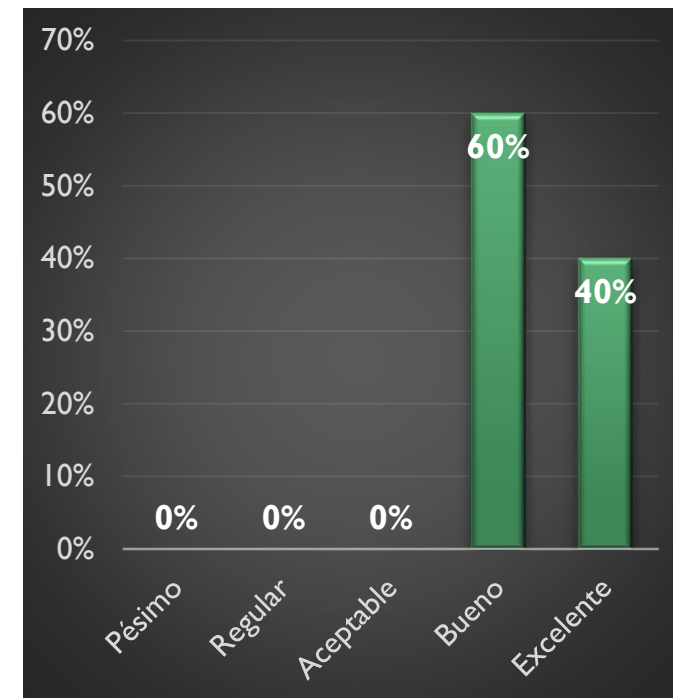
MÉTODO (ENCUESTAS SATISFACCIÓN DE USO DE CASCO INTELIGENTE)



3. ¿Consideras que el casco es cómodo por su tamaño?



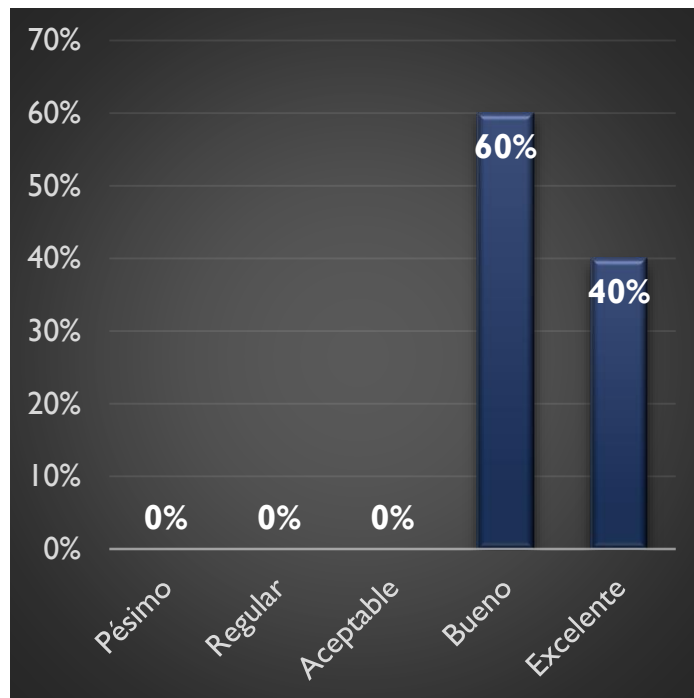
4. ¿Cómo considera usted los beneficios del casco?



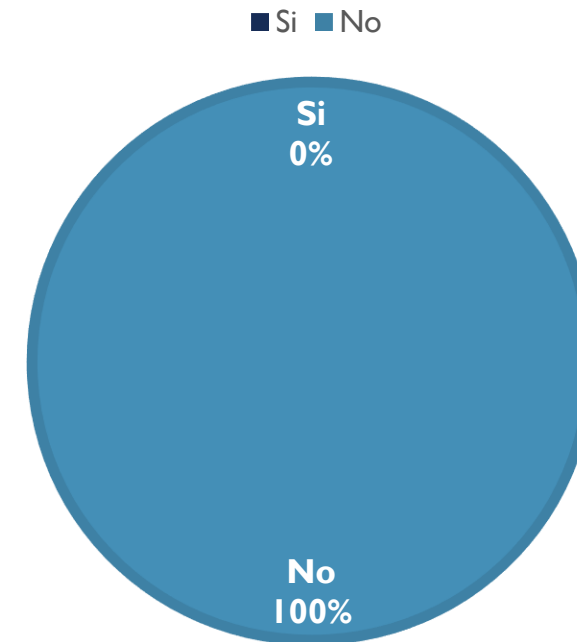
MÉTODO (ENCUESTAS SATISFACCIÓN DE USO DE CASCO INTELIGENTE)



5. ¿Cómo calificaría la implementación del casco?



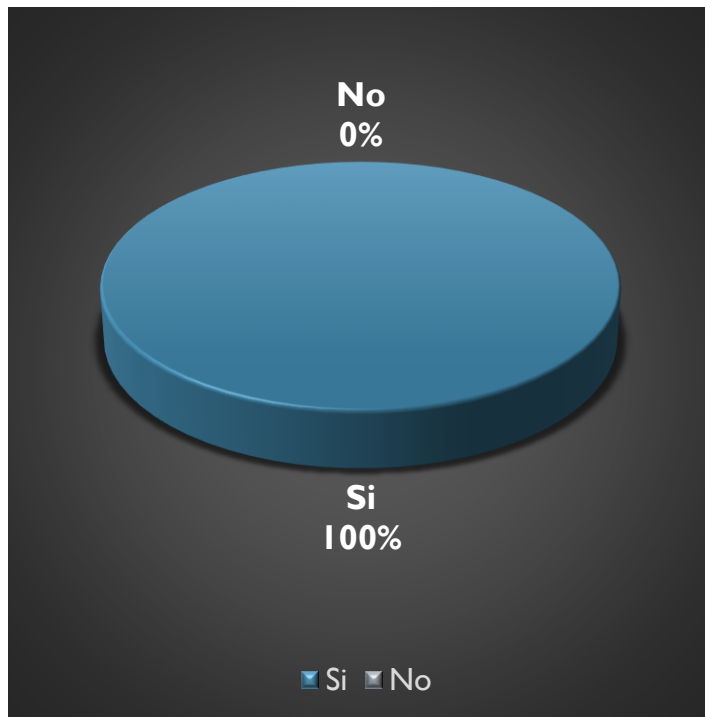
6. ¿El casco generó calor durante la jornada laboral?



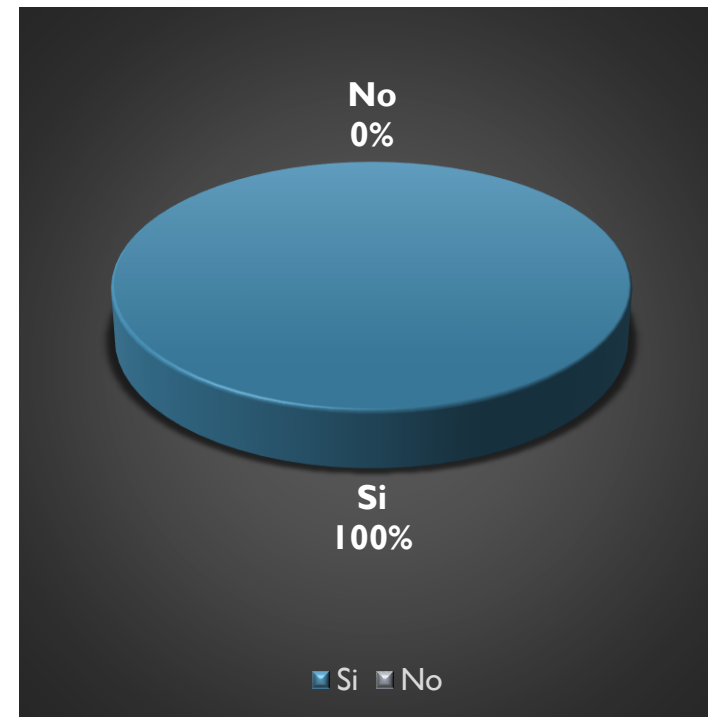
MÉTODO (ENCUESTAS SATISFACCIÓN DE USO DE CASCO INTELIGENTE)



7. ¿Ha sido suficiente la capacitación en el uso del casco?

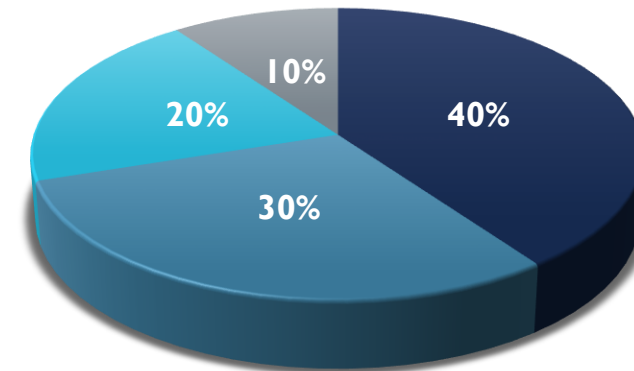
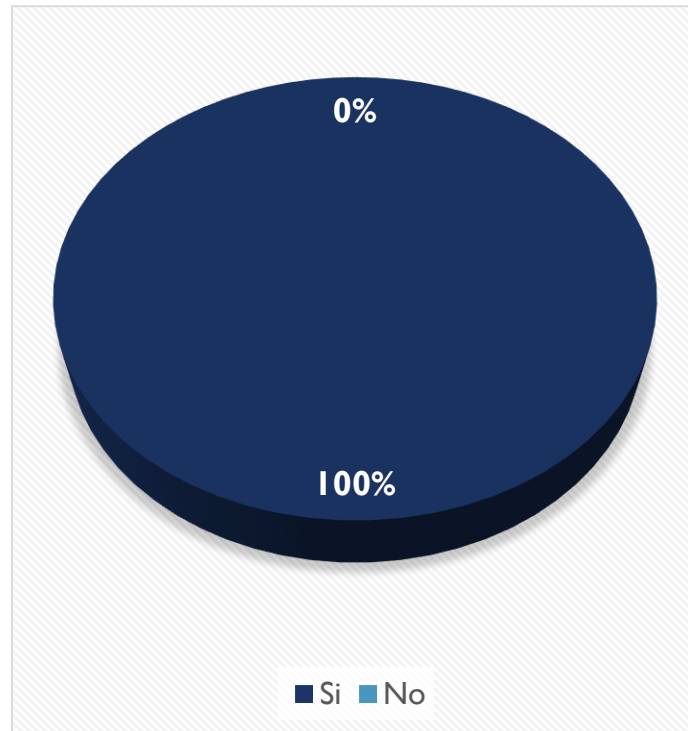


8. ¿Ha sido informado del beneficio que el casco posee?



MÉTODO (ENCUESTAS SATISFACCIÓN DE USO DE CASCO INTELIGENTE)

9. ¿Preferiría usted utilizar un casco inteligente?



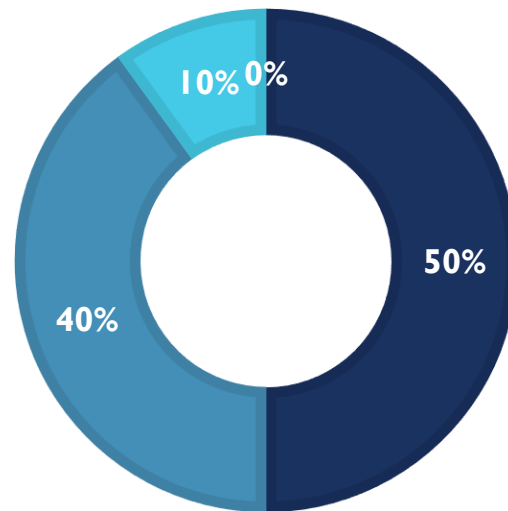
■ Seguridad ■ Confianza
■ Localización ■ Comunicación

MÉTODO (ENCUESTAS SATISFACCIÓN DE USO DE CASCO INTELIGENTE)



10. ¿Qué sensación le generó en la comunicación entre usted y el cuarto de control ?

■ Seguridad ■ Confianza
■ Valorado ■ Perseguido



ANÁLISIS DE COSTO-BENEFICIO CASCO INTELIGENTE VS CASCO CONVENCIONAL



Costo del equipo

CASCO INTELIGENTE			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Unidad CASCO INTELIGENTE (incluido cassette mod. 2 sof basic y cargador micro USB sin fuente de carga)	1	300	300
Soporte de instalación, montaje, puesta en marcha y formación.	1	250	250
Herrajes metálicos para la sujeción e instalación de equipos wifi 3x3	20	30	600
Rollos de cable BLIND 305 m FTP	8	225	1800
WIFI Wireless Router	12	50	600
		TOTAL	2950

Beneficios:

- Detección de calidad atmosférica mediante un sensor de amplio espectro que analiza la calidad del aire.
- Detección de impactos mediante sensores que estudian su dirección y su intensidad en G, avisando al cuarto de control si corre peligro.
- Localiza la posición activamente en tiempo real del trabajador por cobertura GPS (sistema de posicionamiento global).
- Leds faro de alta luminosidad en las unidades que estén en emergencia, emitirán fuertes destellos visibles en la oscuridad para comunicar su posición.

ANÁLISIS DE COSTO-BENEFICIO CASCO INTELIGENTE VS CASCO CONVENCIONAL



Costo del equipo

SOLUCIÓN DE SEGURIDAD CONVENCIONAL			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Unidad Casco MSA V-GARD 950	1	18,5	18,5
Detector de gases MSA Altair	1	1850	1850
Sistema de comunicación por radio frecuencia (incluido duplexor y 10 handy)	1	3500	3500
Sistema de control de acceso y cámaras CCTV	1	3000	3000
		TOTAL	8368,5

Beneficios:

- Detección de calidad atmosférica mediante un sensor de amplio espectro que analiza la calidad del aire.
- Detección de impactos mediante sensores que estudian su dirección y su intensidad en G, avisando al cuarto de control si corre peligro.
- Localiza la posición activamente en tiempo real del trabajador por cobertura GPS (sistema de posicionamiento global).
- Leds faro de alta luminosidad en las unidades que estén en emergencia, emitirán fuertes destellos visibles en la oscuridad para comunicar su posición.

Análisis de resultados de Prueba Piloto en funcionamiento del casco

- Se pudo evidenciar que durante el mes se realizaron varias pruebas, presentando a tiempo real los operarios en el plano del túnel, como:
- Alarmas (entrada, permanencia, salida)
- Sensores (movimiento, calidad atmosférica, impacto)
- Señal de S.O.S. al cuarto de control y activación de faro de emergencia en casco.
- Comunicación por envíos de SMS.

Análisis de resultados de la encuesta de satisfacción del uso del casco inteligente

- La mayoría de trabajadores respondió que la comodidad que brinda el casco es buena, que por su peso de 390 gramos vs un casco convencional que pesa 306 gramos, no resultó molesto al momento de su uso.
- El casco no representó molestias alguna por motivos de calor a los trabajadores del túnel durante su utilización en sus turnos de trabajo.
- El personal conoce y ha sido capacitado en el uso de todos los sistemas de seguridad que ofrece el casco.
- Todo el personal prefirió usar el casco inteligente ya que les generó una sensación seguridad al momento de interactuar con el mismo durante su periodo de prueba.
- La capacidad de la comunicación que el personal mantuvo con el cuarto de control incrementó la percepción de seguridad y confianza en los trabajadores.

CONCLUSIONES



En base a los análisis de los resultados se generan las siguientes conclusiones:

- La implementación del modelo de casco inteligente contribuyó al mejoramiento en las condiciones de trabajo por su funcionalidad y operatividad del mismo, en base a la prueba piloto que se desarrolló en los trabajadores de un túnel.
- Los trabajadores generaron confianza al momento de comunicarse con el cuarto de control por medio de mensajes de texto y que al momento de una emergencia que se suscite en túnel el personal médico en conjunto con los brigadistas acudiría lo más pronto a su rescate y evacuación.
- Se evidenció en las encuestas de satisfacción que la interacción entre trabajador y el casco fue de un porcentaje alto de comodidad en el uso del mismo en base a su tamaño y peso
- El casco inteligente con todos sus dispositivos de seguridad incluidos en la misma pesa 390 gramos (ver Anexo 1), en comparación con un casco MSA que pesa 306 gramos (ver Anexo 2), pero representaría incomodidad al trabajador teniendo que portar su detector de gases y su handy durante su jornada laboral.

CONCLUSIONES



- Existió la necesidad de una programación de umbrales de unidades como la detección de movimiento con aviso, áreas peligrosas, etc.
- Durante la prueba piloto que se llevó a cabo, se verificó la eficacia en la funcionalidad de los sistemas de seguridad que ofrece el casco inteligente, funcionalidad que dio como resultado una respuesta correcta en tiempo y fiabilidad de información con el cuarto de control.
- La mayoría de trabajadores que utilizaron el casco inteligente durante la prueba piloto, prefirió utilizar el modelo de casco inteligente por motivos de seguridad, confianza y la comunicación directa con el cuarto de control.

CONCLUSIONES



- Al realizar un análisis de costes para la implementación de los cascos inteligentes, se concluye que el valor estimado de un casco con todas las funciones que presta para el trabajo es de 2950 usd por trabajador mientras la implementación de sistemas de seguridad convencionales y por lo tanto invasivos para el trabajador, resulta en un aproximado de 8368 usd por trabajador, lo que indica que el casco inteligente es una opción válida como una solución de seguridad integral para obras de este tipo.
- El casco no generó en los trabajadores una sensación de haber sido perseguido o acosado durante el tiempo de uso del equipo, de tal forma que se evitó un factor de riesgo psicosocial y además constituye una nueva alternativa interactiva y de fácil uso para los trabajadores que por condiciones de escolaridad no pueden utilizar equipos que proporcionen la misma información en su jornada de trabajo.

RECOMENDACIONES



En base a las conclusiones obtenidas se puede hacer las siguientes recomendaciones:

- Se deberá señalar al personal que la sensación de confianza al utilizar un casco inteligente como el expuesto, puede resultar en un exceso de confianza ya que la percepción de seguridad es alta y sino no se toma las medidas preventivas podría generar actos en lo que se exponga la integridad del trabajador.
- Para posteriores estudios es recomendable contar con una mayor cantidad de trabajadores para las pruebas piloto del casco inteligente, ya que nos puede dar un panorama más extenso sobre las oportunidades de mejora para su implementación.
- Sería recomendable evaluar todos los sistemas de seguridad del casco inteligente, así como la transmisión de datos en ambientes hiperbáricos de máquinas EPB (Earth Pressure Balance), las cuales son especialmente comunes en obras como túneles ferroviarios (Metro), proyectos hidroeléctricos, etc.

Gracias

