



AVANCES EN EL MONITOREO GEOTÉCNICO DE GASODUCTOS: APLICACIÓN DE DRONES PARA UNA GESTIÓN EFICIENTE Y SEGURA

- Autores:

Laura Rueda I.C., Esp. Gerencia de Hidrocarburos – Transportadora de Gas Internacional (TGI)

Maria Bejarano I.C., Esp. Geotecnia - Transportadora de Gas Internacional (TGI)

Nidia Barrera I.C., Msc. Geotecnia - Transportadora de Gas Internacional (TGI)

Dimas Robles I.C., Msc. Geotecnia – Signum Ingeniería

Daniel Amarillo I.C., Msc. Geotecnia – Signum Ingeniería



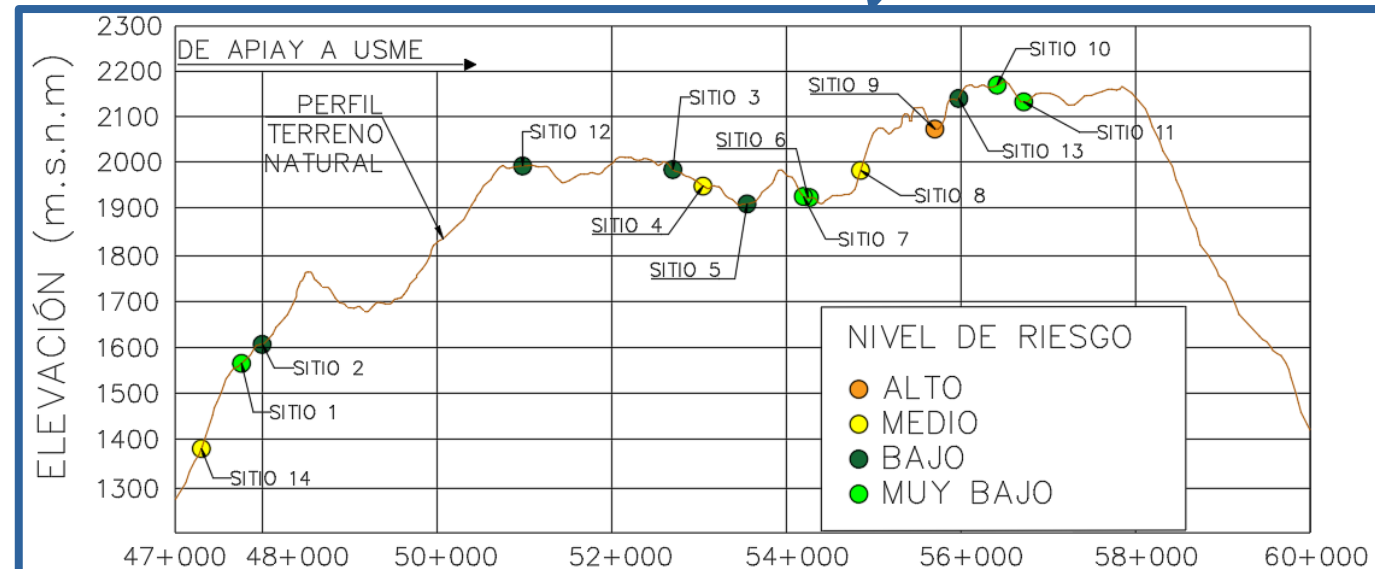
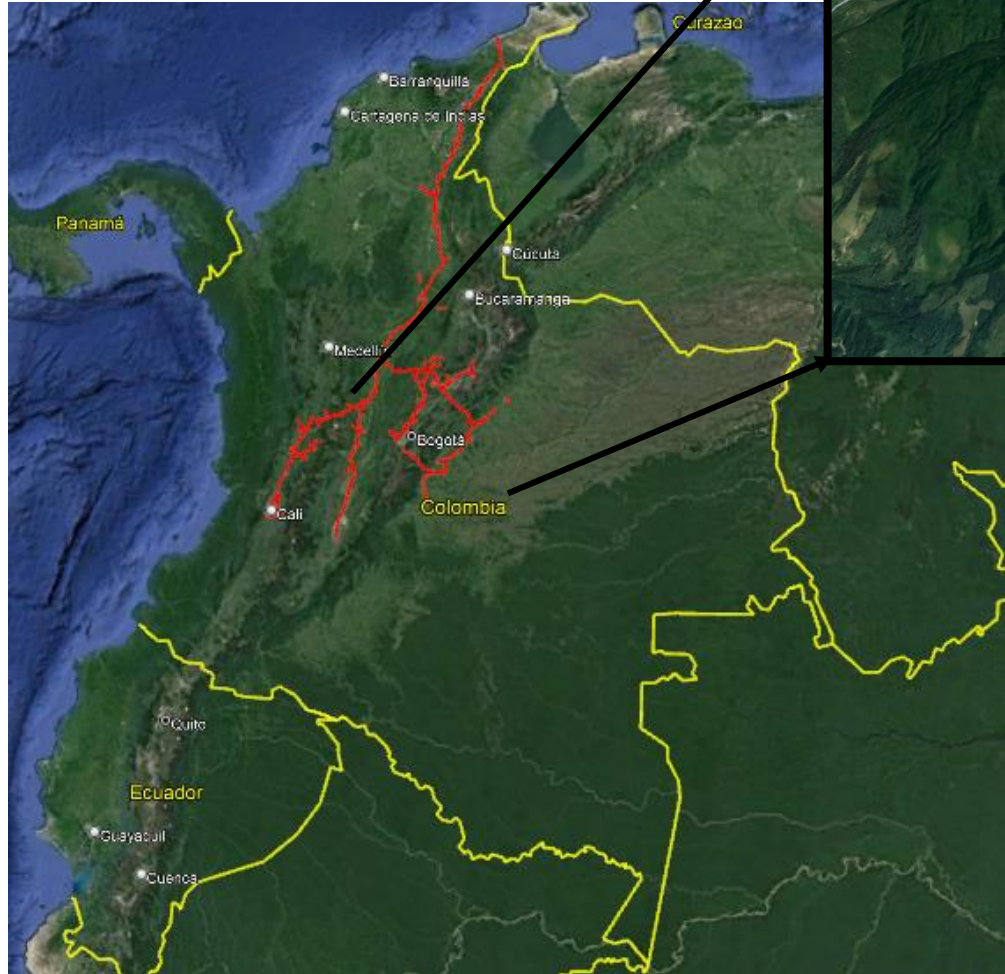


TABLA DE CONTENIDO

- i. Introducción
- ii. Técnica de Captura de Información
- iii. Metodología de Procesamiento
 - a. Etapa I: Evaluación del contexto del problema
 - b. Etapa II: Reconocimiento de Campo
 - c. Etapa III: Evaluación de riesgo geotécnico
- iv. Creación de GDB (GEO DATA BASE)
- v. Evaluación de la zona
- vi. Evaluación de riesgo geotécnico
 - a. Parámetros de entrada
 - b. Caracterización de la amenaza
 - c. Caracterización de la vulnerabilidad
 - d. Valor de riesgo
 - e. Plan de acción
- vii. Conclusiones

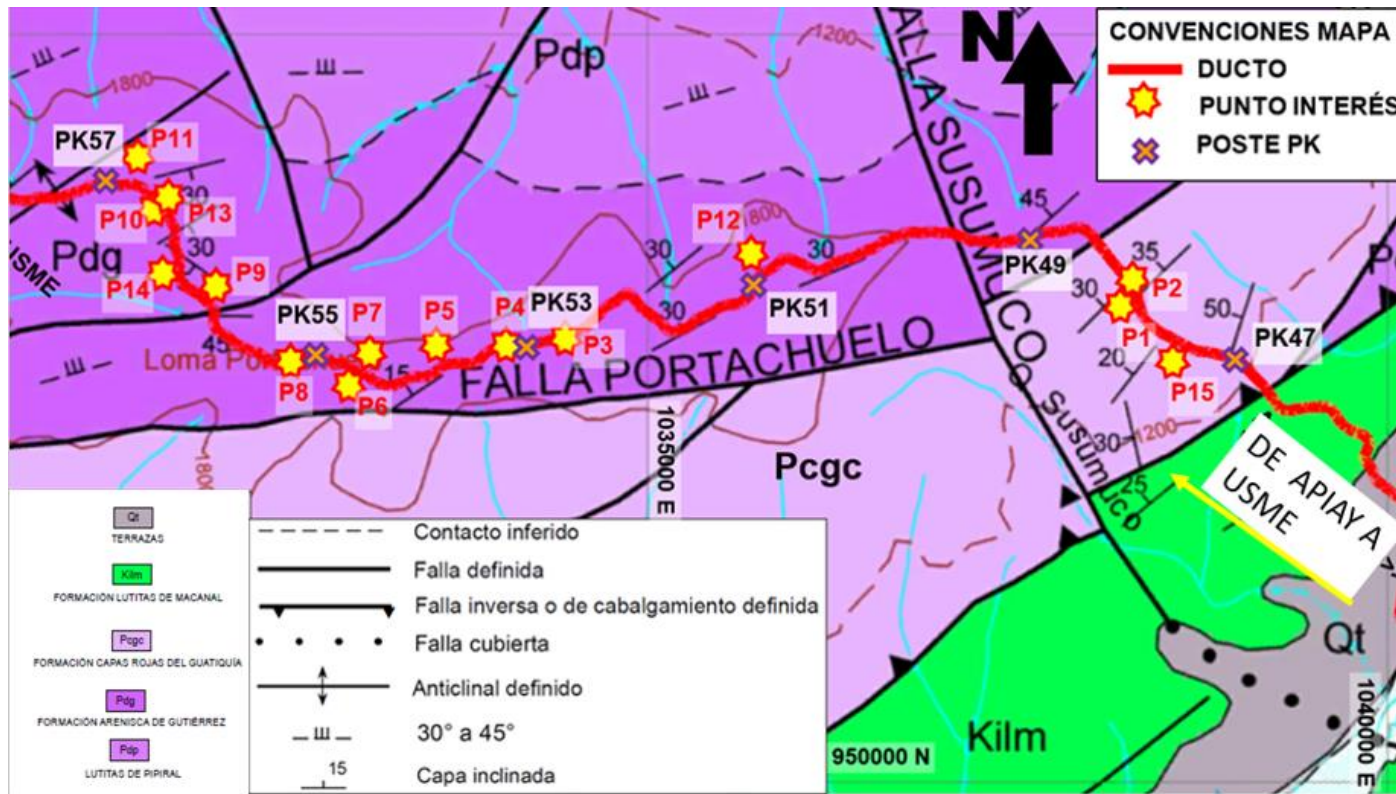


i. Introducción

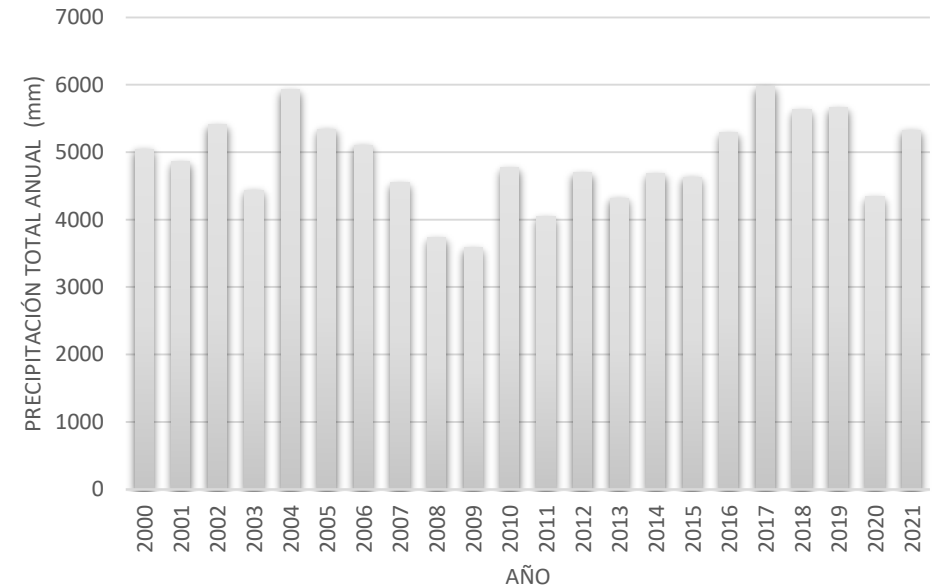




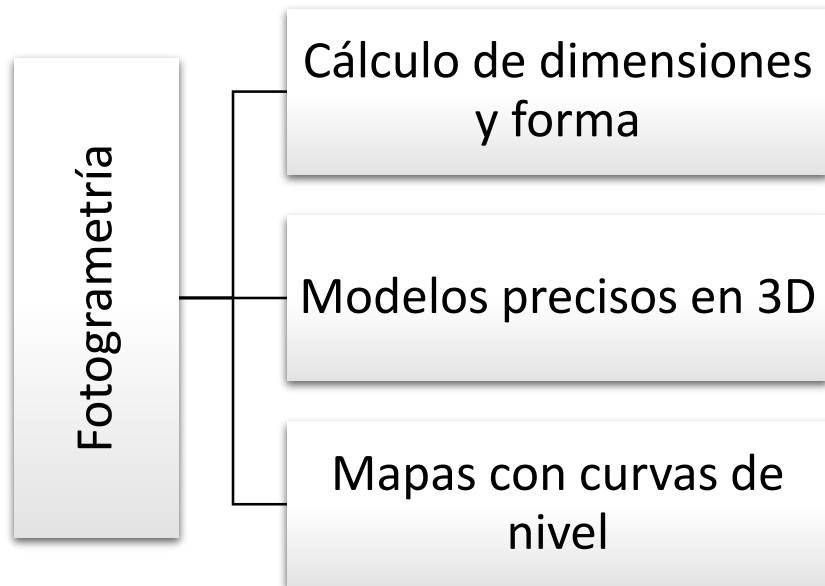
Características Generales de la Zona de Estudio



Estación de Susumuco - Registro de Lluvias
Precipitación anual acumulada

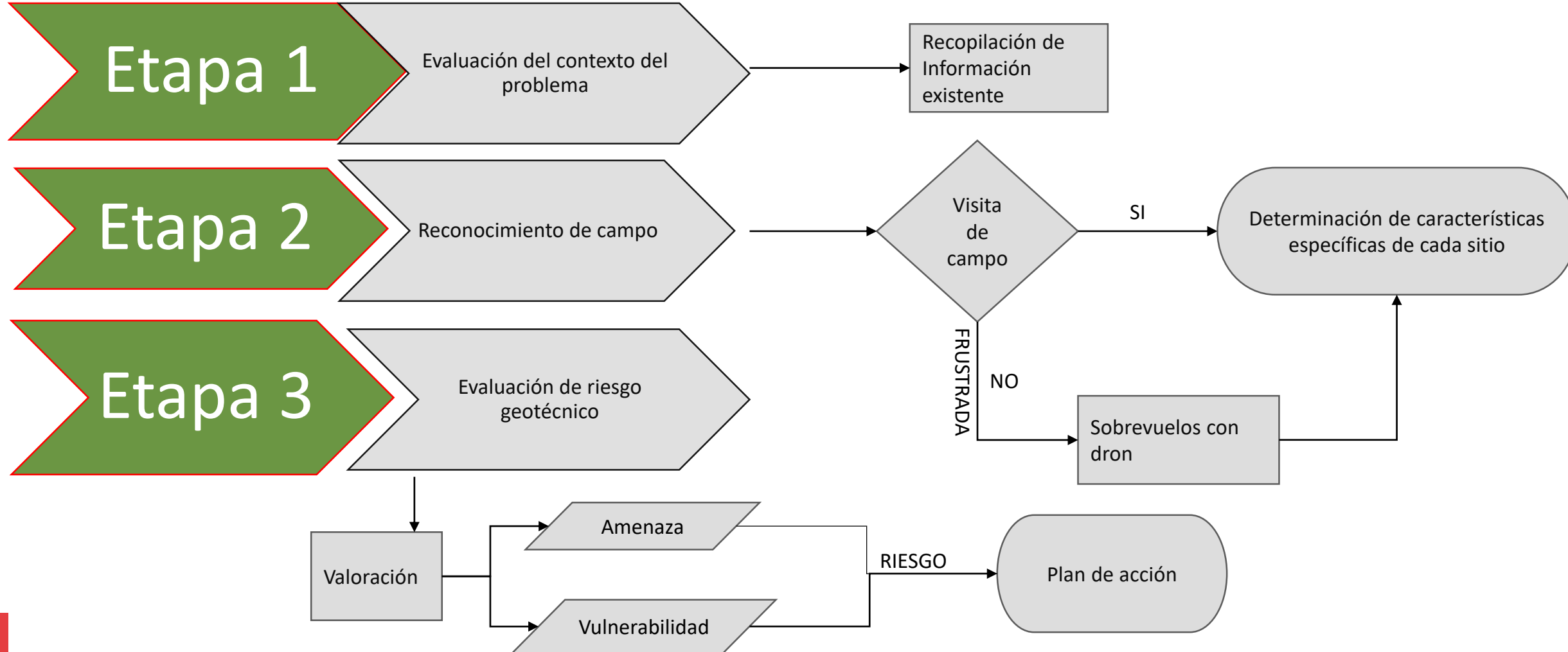


ii. Técnica de Captura de Información





iii. Metodología de Procesamiento



iii. Metodología de Procesamiento

Evaluación del Riesgo Geotécnico

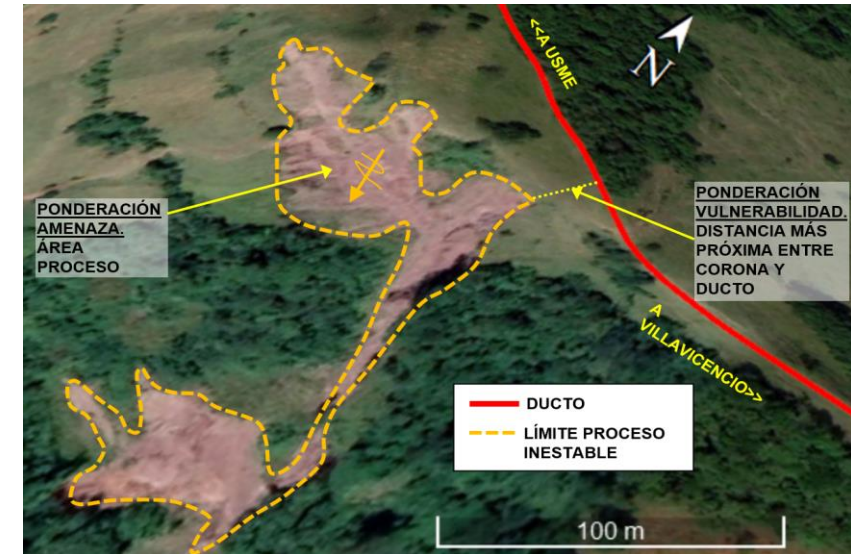
a. Caracterización de la amenaza

b. Caracterización de la vulnerabilidad

c. Valor de riesgo y plan de acción

ÁREA FLUJO	PONDERACIÓN
Menor o igual a 500m ²	2
Mayor a 500m ² y menor o igual a 1000m ²	3
Mayor a 1000m ² y menor o igual a 2500m ²	4
Mayor a 2500m ²	5

DISTANCIA ENTRE LA CORONA Y EL DUCTO	PONDERACIÓN
Menor o igual a 2 metros	10
Mayor a 2 metros y menor o igual a 5 metros	8
Mayor a 5 metros y menor o igual a 10 metros	6
Mayor a 10 metros y menor o igual a 20 metros	4
Mayor a 20 metros	3





iii. Metodología de Procesamiento

c. Valor del riesgo y plan de acción

Matiz RAM propuesta para la evaluación del riesgo (R)

Amenaza Vulnerabilidad	$Af > 2500m^2$ (5)	$2500m^2 \leq Af < 1000m^2$ (4)	$1000m^2 \leq Af < 500m^2$ (3)	$Af \leq 500m^2$ (2)
0m < d ≤ 2m (10)	5	5	5	4
2m < d ≤ 5m (8)	5	5	4	3
5m < d ≤ 10m (6)	5	4	3	2
10m < d ≤ 20m (4)	4	3	2	1
d > 20m (3)	3	2	1	1
d = Distancia más próxima entre la corona del flujo y el ducto, metros Af = Área de flujo en metros cuadrados				

Puntajes obtenidos mediante la aplicación del producto $A \times V = R$

Amenaza Vulnerabilidad	$Af > 2500$ (5)	$2500 \leq Af < 1000$ (4)	$1000 \leq Af < 500$ (3)	$Af \leq 500$ (2)
0 < d ≤ 2 (10)	50	40	30	20
2 < d ≤ 5 (8)	40	32	24	16
5 < d ≤ 10 (6)	30	24	13	12
10 < d ≤ 20 (4)	20	16	12	8
20 < d (3)	15	12	9	6
d = Distancia más próxima entre la corona del flujo y el ducto, metros Af = Área de flujo en metros cuadrados (#): Valor de Ponderación				



Plan de acción según nivel de riesgo

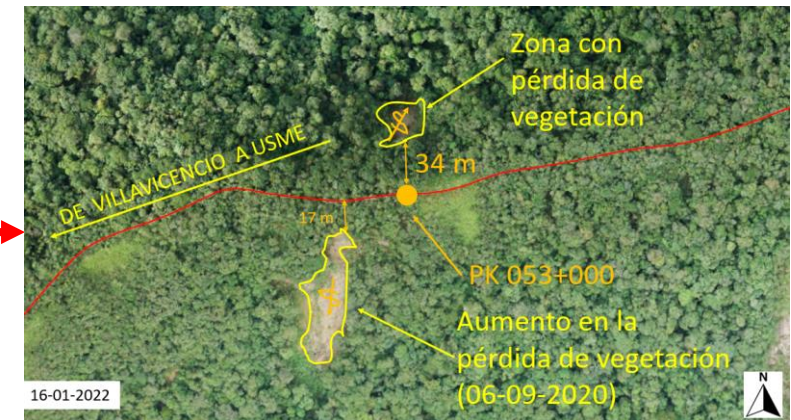
				ACCIONES					
CLASIFICACIÓN DE RIESGO	NIVEL DE RIESGO	COLOR	PLAN DE ACCIÓN	Visita con especialista en geotecnia	Se incluye el sitio dentro de la GDB	Monitoreo por parte de Patrullaje, en función del acceso a la zona	Monitoreo utilizando aeronaves no tripuladas (Dron)	Ejecución del plan de atención	Estudio de suelo o complementario
MUY ALTO $50 < R \leq 30$	5		5	Inmediata	SI	Semanal	Mensual	Inmediata	SI
ALTO $30 < R \leq 20$	4		4	No Aplica	SI	Mensual	Bimensual	Corto plazo (< 3 meses)	SI
MEDIO $20 < R \leq 15$	3		3	No Aplica	SI	Mensual	Trimestral	Mediano Plazo ($3 < x \leq 6$ meses)	NO
BAJO $15 < R \leq 10$	2		2	No Aplica	SI	No Aplica	Según programación	Largo Plazo (> 6 meses)*	NO
MUY BAJO $R < 10$	1		1	No Aplica	NO	No Aplica	Según programación	No Aplica	NO
* Autorización por parte del Cliente									



iv. Creación de GDB (Geo Data Base)

La posibilidad de capturar, almacenar y acceder a información detallada de manera coherente a lo largo del tiempo

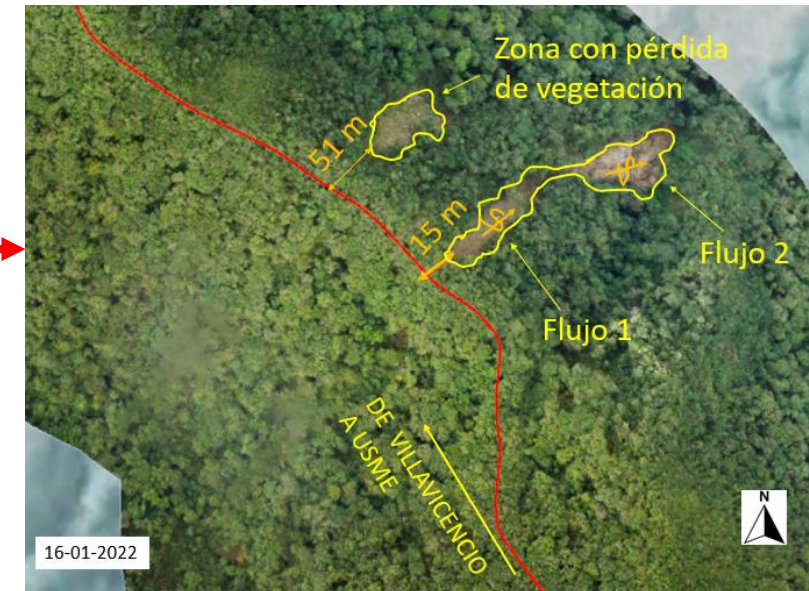
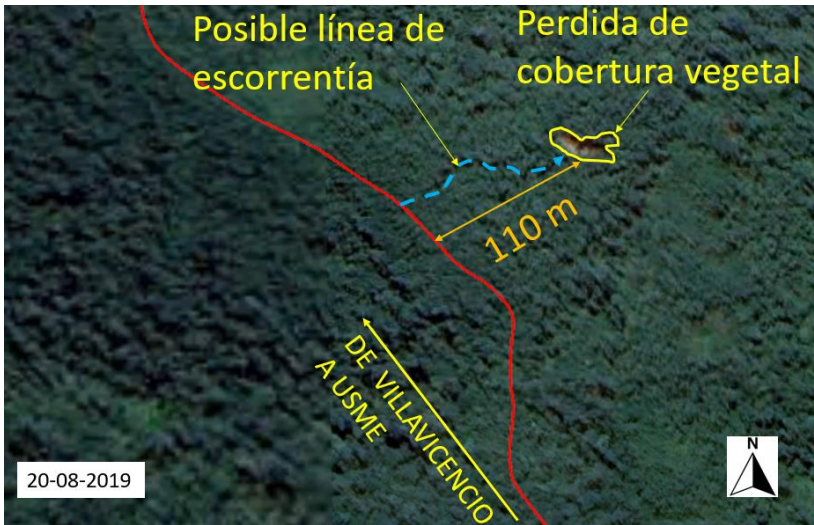
SITIO 4





iv. Creación de GDB (Geo Data Base)

SITIO 9





iv. Creación de GDB (Geo Data Base)

SITIO 14





iv. Creación de GDB (Geo Data Base)

SITIO 14



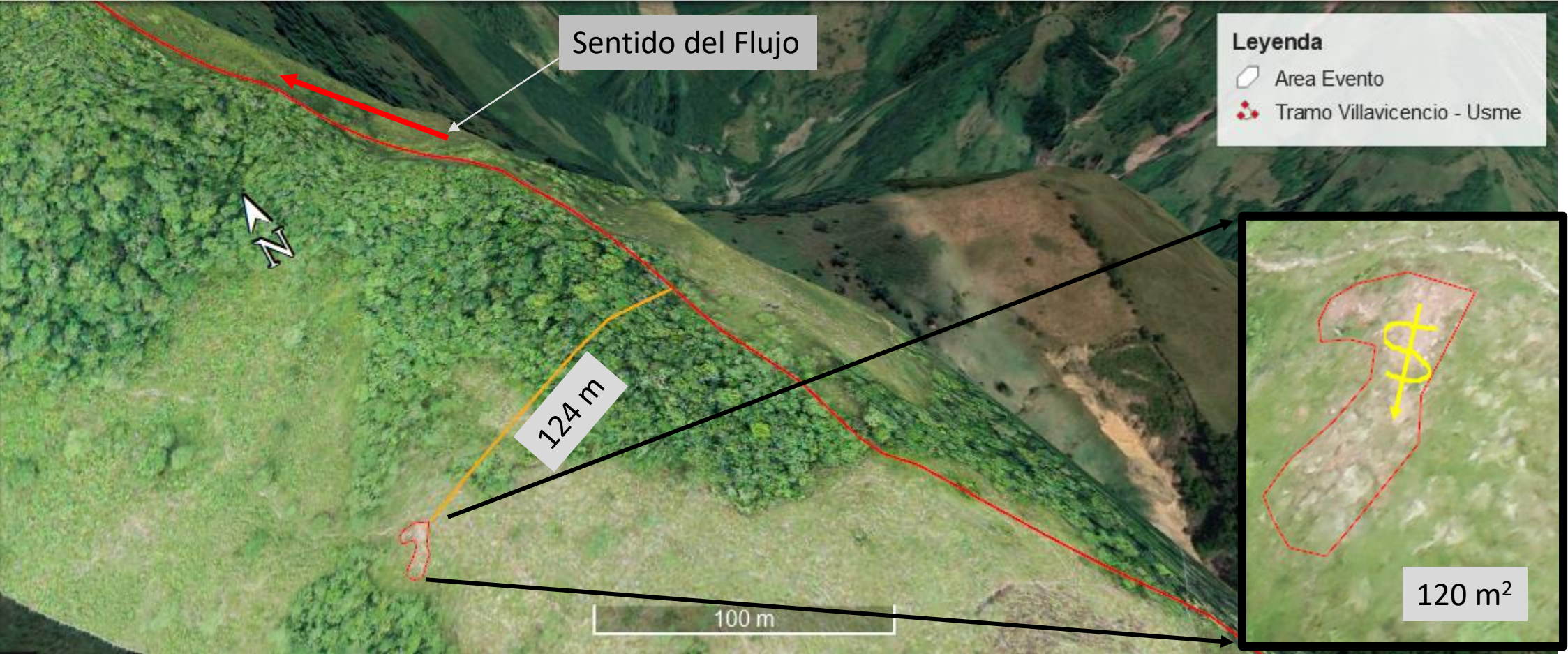
v. Evaluación de la Zona

- Debido a restricciones generadas por la falta de apertura de accesos al DDV y densa cobertura arbórea





Clasificación de Riesgo	Sitio	Descripción
Muy Bajo	Sitio 1	Proceso erosivo con un área total de afectación de 120m ² fuera del DDV a una distancia de 124m aproximadamente al costado izquierdo del gasoducto. En la zona afectada por el proceso erosivo no se identifica implementación de obras de control de drenaje superficial.

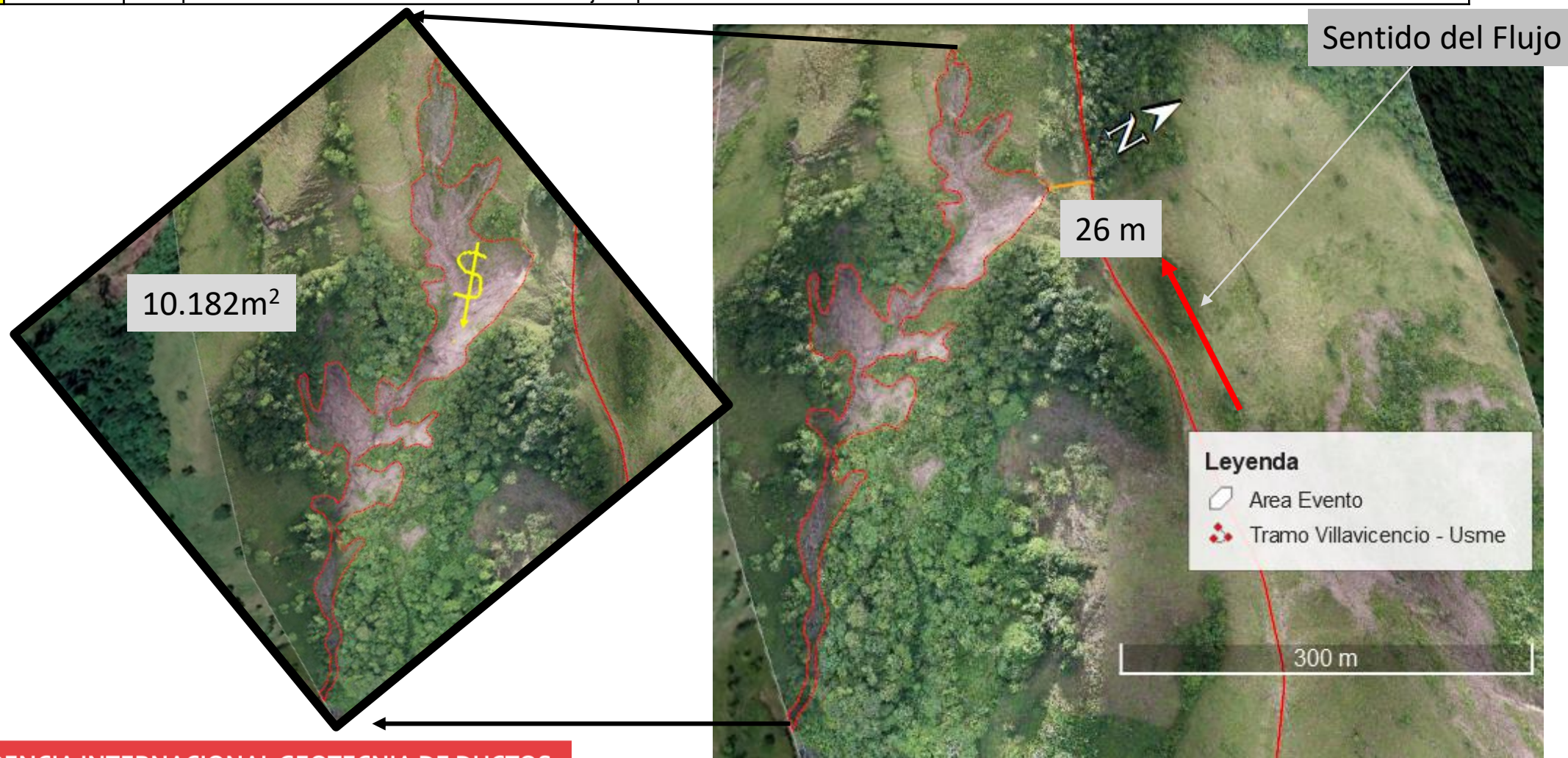




Clasificación de Riesgo	Sitio	Descripción
Bajo	Sitio 13	Flujos de detritos y pérdida de la cobertura vegetal con un área total de afectación de 2.500m ² fuera del DDV a una distancia de 93m aproximadamente al costado izquierdo del gasoducto. En la zona afectada por el proceso no se identifica la implementación de obras de control de drenaje superficial.

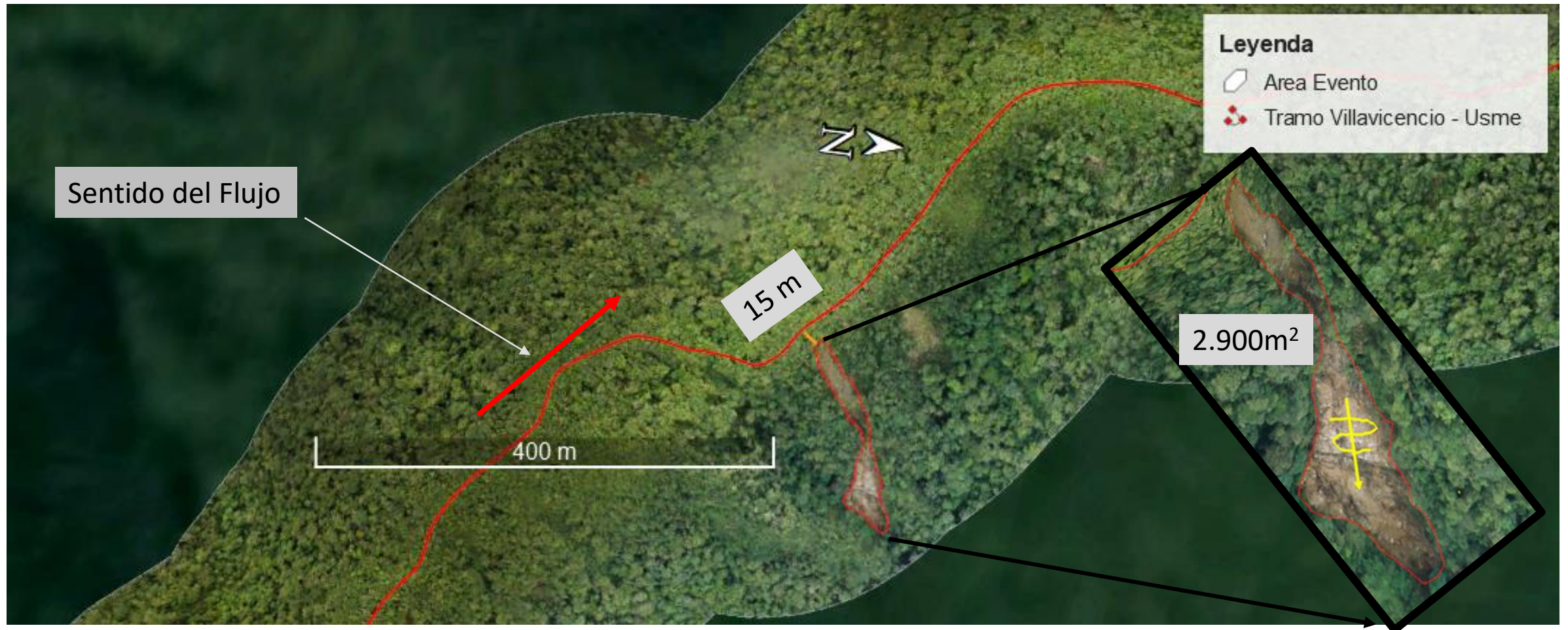


Clasificación de Riesgo	Sitio	Descripción
Medio	Sitio 14	Flujo de tierra y detritos, con un área total de afectación de 10.182m^2 , ubicado a 26m sobre el costado izquierdo del ducto. No se identifica la implementación de obras de control de drenaje superficial.





Clasificación de Riesgo	Sitio	Descripción
Alto	Sitio 9	Movimiento tipo flujos con procesos de erosión en material rocoso con pérdida de cobertura vegetal con área total de afectación de 2.900m ² fuera del DDV a una distancia de 15m aproximadamente al costado derecho del gasoducto. En la zona de afectada por el proceso no se identifica la implementación de obras de control de drenaje superficial.





vi. Evaluación de Riesgo Geotécnico

1. Parámetros de entrada
2. Ponderación de la Amenaza
3. Ponderación de Vulnerabilidad
4. Ponderación de Riesgo

$$R = A \times V$$

Sitio	Costado	Área (m ²)	Distancia al ducto (m)	1	2	3	4
				Ponderación Amenaza (A)	Ponderación de vulnerabilidad (V)	Ponderación de Riesgo (R)	
Sitio 1	Izquierdo	120	124	2	3	6	
Sitio 2	Derecho	150	43	2	3	6	
Sitio 3	Izquierdo	1270	78	4	3	12	
Sitio 4	Izquierdo	2400	18	4	4	16	
Sitio 5	Derecho	1700	62	4	3	12	
Sitio 6	Izquierdo	720	173	3	3	9	
Sitio 7	Derecho	240	55	2	3	6	
Sitio 8	Izquierdo	3900	57	5	3	15	
Sitio 9	Derecho	2900	15	5	4	20	
Sitio 10	Izquierdo	510	57	3	3	9	
Sitio 11	Derecho	640	159	3	3	9	
Sitio 12	Derecho	1050	137	4	3	12	
Sitio 13	Izquierdo	2500	93	4	3	12	
Sitio 14	Izquierdo	10182	26	5	3	15	

vi. Evaluación de Riesgo Geotécnico

Categoría de Riesgo y Tipo de acción a implementar

Sitio	Ponderación de Riesgo	Nivel de Riesgo	Categoría de Riesgo	Tipo de acción
Sitio 1	6	1	MUY BAJO	Acción 1
Sitio 2	6	1	MUY BAJO	Acción 1
Sitio 3	12	2	BAJO	Acción 2
Sitio 4	16	3	MEDIO	Acción 3
Sitio 5	12	2	BAJO	Acción 2
Sitio 6	9	1	MUY BAJO	Acción 1
Sitio 7	6	1	MUY BAJO	Acción 1
Sitio 8	15	3	MEDIO	Acción 3
Sitio 9	20	4	ALTO	Acción 4
Sitio 10	9	1	MUY BAJO	Acción 1
Sitio 11	9	1	MUY BAJO	Acción 1
Sitio 12	12	2	BAJO	Acción 2
Sitio 13	12	2	BAJO	Acción 2
Sitio 14	15	3	MEDIO	Acción 3

Matriz de Resultados

Amenaza \ Vulnerabilidad	$Af > 2500m^2$ (5)	$2500m^2 < Af < 1000m^2$ (4)	$1000m^2 < Af < 500m^2$ (3)	$Af < 500m^2$ (2)
$0m < d \leq 2m$ (10)				
$2m < d \leq 5m$ (8)				
$5m < d \leq 10m$ (6)				
$10m < d \leq 20m$ (4)	S9	S4		
$d > 20m$ (3)	S8 - S14	S3 - S5 - S12 - S13	S6 - S10 - S11	S1 - S2 - S7

d = Distancia más próxima entre la corona del flujo y el ducto, metros
Af= Área de flujo en metros cuadrados



vii. Conclusiones

- El uso del dron surge como una opción favorable para el monitoreo de ductos con acceso limitado, gracias a su eficiencia, precisión y capacidad para acceder a áreas de difícil alcance.
- La propuesta de la metodología para la evaluación de riesgo geotécnico para flujos suelos en zonas boscosas y de alta pendiente, mediante la implementación de una matriz tipo “RAM” permitió establecer prioridades de intervención de las zonas, como parte de la gestión de geo-amenazas de TGI
- La caracterización de la amenaza se considerada a partir del área involucrada en el proceso inestable y la vulnerabilidad estimada como la distancia entre la corona del proceso y el ducto permitió clasificar el riesgo de cada sitio. Dicho riesgo se obtuvo como el producto entre las ponderaciones establecidas para la amenaza y la vulnerabilidad.
- La implementación de la GDB en el monitoreo de ductos permite precisión y repetibilidad del procesamiento de las imágenes obtenidas, detectando cambios en el área de los eventos geotécnicos y en la cobertura vegetal, lo cual ayuda en la toma de decisiones tempranas.
- La matriz se aplicó a catorce (14) sitios identificados a través de inspección con aeronave no tripulada, de donde se obtuvieron seis (6) sitios que registraron un nivel de riesgo muy bajo, cuatro (4) sitio con nivel de riesgo bajo, tres (3) sitios con nivel de riesgo medio y un (1) sitio con de riesgo alto; no se obtuvo clasificación de riesgo muy alta para ninguno de los sectores evaluados.

IPG 2023

INTERNATIONAL PIPELINE GEOTECHNICAL CONFERENCE

23 y 24 de Noviembre. Bogotá D.C. - Colombia

Con el apoyo de:



Organiza:

C-IPG
Comité Técnico IPG

+



¡GRACIAS !



6ª CONFERENCIA INTERNACIONAL GEOTECNIA DE DUCTOS