



**ESTUDIO INFORMATIVO DEL PROYECTO DEL CORREDOR FERROVIARIO
CANTÁBRICO-MEDITERRÁNEO. TRAMO PAMPLONA-CONEXIÓN Y VASCA
FASE 1:5.000**

APÉNDICE 2 IMPACTO ACÚSTICO Y VIBRATORIO

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1		
2.	NORMATIVA ACÚSTICA APLICABLE	2		
2.1.	ÁMBITO EUROPEO.....	2		
2.2.	ÁMBITO ESTATAL.....	2		
2.3.	ÁMBITO AUTONÓMICO	4		
	2.3.1. Euskadi.....	4		
	2.3.2. Navarra.....	5		
2.4.	ÁMBITO MUNICIPAL	6		
2.5.	ELECCIÓN DE NIVELES LÍMITES DE RUIDO.....	6		
3.	NORMATIVA VIBRATORIA APLICABLE	6		
3.1.	ÁMBITO EUROPEO.....	6		
3.2.	ÁMBITO ESTATAL.....	6		
3.3.	ÁMBITO AUTONÓMICO	7		
	3.3.1. Euskadi.....	7		
	3.3.2. Navarra.....	8		
3.4.	ÁMBITO MUNICIPAL	8		
3.5.	ELECCIÓN DE NIVELES LÍMITES DE VIBRACIONES.....	8		
4.	INVENTARIO DE RECEPTORES	8		
4.1.	ALTERNATIVA DE TRAZADO H	9		
4.2.	ALTERNATIVA DE TRAZADO V	10		
4.3.	NIVELES DE RUIDO DE FONDO REGISTRADOS.....	11		
	4.3.1. Zona de medición 1 (Zumárraga)	11		
	4.3.2. Zona de medición 2 (Urabain)	12		
	4.3.3. Zona de medición 3 (Oreitia)	12		
	4.3.4. Zona de medición 4 (Durruma).....	13		
	4.3.5. Zona de medición 5 (Eguilaz)	13		
	4.3.6. Zona de medición 6 (Dulantzi).....	14		
	4.3.7. Zona de medición 7 (Olazagutia).....	14		
	4.3.8. Zona de medición 8 (Ibarguren).....	15		
	4.3.9. Zona de medición 9 (Bakaiku).....	15		
	4.3.10. Zona de medición 10 (Elburgo)	16		
	4.3.11. Zona de medición 11 (Monasterio de Zamartze).....	16		
	4.3.12. Zona de medición 12 (Hiriberri).....	17		
	4.3.13. Zona de medición 13 (Uharte Arakil / Itxesi).....	17		
	4.3.14. Zona de medición 14 (Cerio).....	18		
	4.3.15. Zona de medición 15 (Zuhatsu).....	18		
	4.3.16. Zona de medición 16 (Urritzola)	19		
5.	CARACTERÍSTICAS DEL TRÁFICO FERROVIARIO	19		
5.1.	SITUACIÓN ACTUAL	19		
5.2.	SITUACIÓN FUTURA PREVISTA	20		
	5.2.1. Relaciones Bilbao.....	20		
	5.2.2. Relaciones Y vasca	20		
	5.2.3. Sumario de circulaciones previstas	21		
6.	PREVISIÓN DE IMPACTO ACÚSTICO FUTURO	22		
6.1.	ESTUDIO ACÚSTICO GENERAL SEGÚN MÉTODO DEL INRETS-CETUR...22			
	6.1.1. Descripción del método	22		
	6.1.2. Resultados alternativa H	24		
	6.1.3. Resultados alternativa V.....	25		
6.2.	ESTUDIOS ACÚSTICOS DE DETALLE SEGÚN MÉTODO SRM II.....	26		
	6.2.1. Descripción del método	26		
	6.2.2. Resultados de la simulación	28		
7.	PREVISIÓN DE IMPACTO VIBRATORIO FUTURO	46		
7.1.	EXCITACIÓN VIBRATORIA DE LA UNIDADES MÓVILES.....	46		
	7.1.1. Excitación vibratoria unidades de pasajeros	46		
	7.1.2. Excitación vibratoria unidades de mercancías	50		
7.2.	CARACTERÍSTICAS ELÁSTICAS DE LA SOLUCIÓN GENERAL DE SUPRAESTRUCTURA	53		
7.3.	TRANSMISIÓN VIBRATORIA EN EL TERRENO.....	53		
7.4.	EFEECTO VIBRATORIO DE LA ESTRUCTURA DEL EDIFICIO	54		
7.5.	PREVISIÓN DE NIVELES VIBRATORIOS	55		

7.5.1. Alternativa H.....	55
7.5.2. Alternativa V.....	55
8. CONCLUSIONES.....	56

ANEXO 1 REPORTAJE FOTOGRÁFICO DE RECEPTORES

1. INTRODUCCIÓN

El presente Anejo aborda el estudio preliminar de impacto acústico y vibratorio de la futura conexión ferroviaria entre Pamplona y la Red Ferroviaria de Alta Velocidad del País Vasco (la llamada "Y" vasca). Este estudio ha sido examinado de acuerdo con las alternativas de trazado consideradas en el conjunto del estudio (ver figura 1.1):

- **Alternativa H:** Esta alternativa conecta directamente las inmediaciones de Pamplona con la rama este de la "Y" vasca, entre las poblaciones de Zumárraga y Ormaiztegui. El trazado discurre en buena medida por debajo de la sierra de Aralar, a través de un túnel bi-tubo de unos 20 km de longitud.
- **Alternativa V:** La alternativa V consiste en la construcción de una plataforma de vía completamente nueva, situada al sur de la ya existente. A diferencia de la anterior, la conexión se efectúa entre las inmediaciones de Pamplona y Vitoria respectivamente.

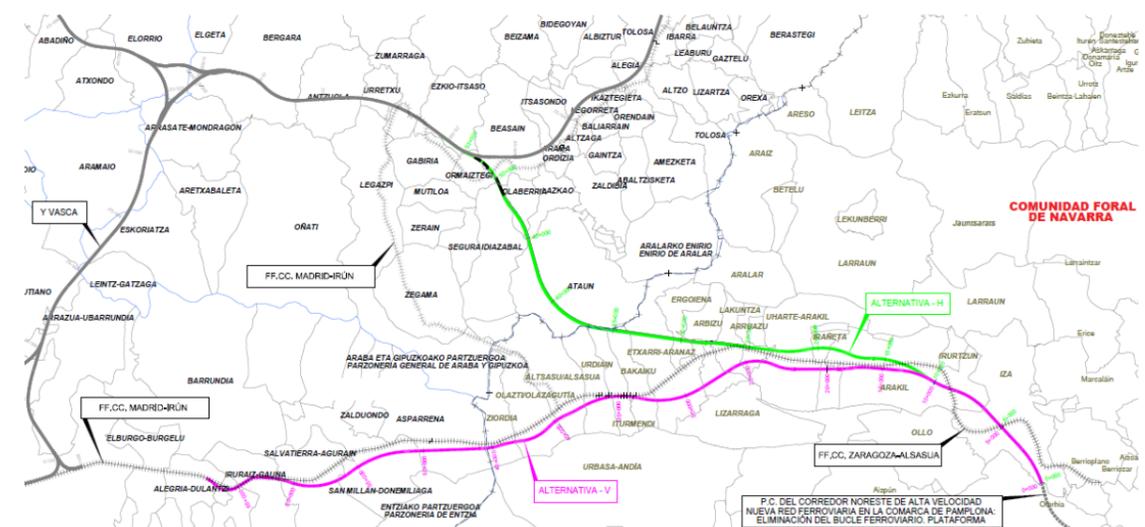


Figura 1.1: Alternativas de trazado consideradas.

2. NORMATIVA ACÚSTICA APLICABLE

Esta sección presenta las diferentes leyes, decretos y reglamentos a tener en cuenta

2.1. ÁMBITO EUROPEO

La directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, de evaluación y gestión del ruido ambiental, recoge un conjunto de indicaciones respecto a la metodología de realización de los estudios de impacto acústico, junto con unas directrices políticas específicas de elaboración de mapas de ruido en las inmediaciones, entre otros, de infraestructuras de transporte viario y ferroviario.

Respecto los niveles objetivo de inmisión acústica, se deja a criterio de cada uno de los países miembros el establecerlos, concentrándose esta normativa tan sólo en la homogeneización y normalización de la metodología aplicada en la medida o predicción de los mismos.

Con respecto a las tareas a realizar en el presente estudio, se han tenido en cuenta sus indicaciones respecto los indicadores e instrumentos de medida, así como los métodos de predicción acústica utilizados. De acuerdo con la Directiva 2002/49/CE sobre Evaluación y Gestión de Ruido, el método de cálculo recomendado para los Estados miembros que no cuentan con métodos nacionales de cálculo, en el caso de ruido ferroviario, es el método nacional de cálculo de los Países Bajos, publicado en "Reken - en Meetvoorschrift Railverkeerslawaaai '96", hecho por el cual ha sido elegido dicho método para realizar la predicción acústica que se incluye en este estudio.

2.2. ÁMBITO ESTATAL

La ley 37/2003 constituyó el primer intento serio y completo de regulación a nivel estatal de la problemática de ruidos, promulgándose de manera coordinada con la mencionada directiva europea 2002/49/CE, de la que es una transposición

particularizada al ámbito español. Tratándose de una ley general, no se especificaron en la misma los niveles límite de afecciones acústicas tolerables, acordándose su especificación concreta como parte del contenido del correspondiente reglamento a elaborar en base a la mencionada ley 37/2003. El desarrollo reglamentario de la ley 37/2003 se realizó en el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre. Dicho real decreto establece un conjunto concreto de niveles límite, a aplicar para diferentes contextos de situación y de horario.

El R.D. 1513/2005, desarrolla la Ley 37/2003 en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental y tiene como objetivo completar la incorporación al ordenamiento jurídico de la Directiva 2002/49/EC sobre evaluación y gestión del ruido ambiental. No se establece en este R.D. ningún límite de inmisión acústico aplicable a infraestructuras ferroviarias.

En el Artículo 23 del RD 1367/2007 se establecen los valores límite de inmisión de ruido, de aplicación en nuevas infraestructuras ferroviarias. En él se indica la obligación de cumplimiento de tres exigencias:

- Se deberán adoptar las medidas necesarias para que la nueva infraestructura no transmita al medio ambiente exterior niveles de ruido superiores a los valores límites de inmisión establecidos en la tabla 2.2.1.
- Las infraestructuras no podrán transmitir al medio ambiente exterior de las correspondientes áreas acústicas niveles de ruido superiores a los establecidos como valores de inmisión máximos establecidos en la tabla 2.2.2.
- La nueva infraestructura ferroviaria deberá adoptar las medidas necesarias para evitar que, por efectos aditivos derivados directa o indirectamente de su funcionamiento, se superen los objetivos de calidad acústica establecidos en la tabla 2.2.3.

El mismo artículo indica que todo lo establecido en los tres puntos anteriores sólo será de aplicación fuera de las zonas de servidumbre acústica. La delimitación de

las zonas de servidumbre acústica deberá realizarla la administración competente para la aprobación de mapas de ruido de infraestructuras.

En tanto que no se aprueben el mapa acústico o las servidumbres acústicas, se entenderá por zona de servidumbre acústica de las mismas el territorio incluido en el entorno de la infraestructura delimitado por los puntos del territorio, o curva isófona, en los que se midan los objetivos de calidad acústica que sean de aplicación a las áreas acústicas correspondientes (Disposición transitoria primera RD 1367/2007). Cuando dentro de una zona de servidumbre acústica delimitada como consecuencia de la instalación de una nueva infraestructura o equipamiento existan edificaciones preexistentes, se deberán especificar las medidas que resulten económicamente proporcionadas, tomando en consideración las mejores técnicas disponibles tendentes a que se alcancen en el interior de tales edificaciones unos niveles de inmisión acústica compatibles con el uso característico de las mismas (Artículo 10 del RD1367/2007).

Para el cumplimiento de dicha exigencia y visto la inviabilidad de determinar el grado de aislamiento de todas las edificaciones existentes, se adoptará la asunción de que el cumplimiento de los valores límite de inmisión de ruido exterior y ruido máximos establecidos en las tablas 2.2.1 y 2.2.2 implican el cumplimiento de los niveles de ruido interior mencionados.

El artículo 14 del RD1367/2007 establece un objetivo de calidad acústica para las áreas urbanizadas existentes (definidas en el artículo 2 del Real Decreto 1367/2007) así como para las nuevas áreas urbanizadas. En el caso de las áreas urbanizadas que superan los niveles, el objetivo de calidad acústica es alcanzar dicho valor. Si por el contrario, las áreas urbanizadas no superan los niveles establecidos, el objetivo será el de no superarlos. Los objetivos de calidad acústica se muestran en la Tabla 2.2.3.

A modo de resumen, el procedimiento que se adoptará para garantizar el cumplimiento de la normativa estatal es el siguiente:

- Se determinará el nivel de calidad acústica de los receptores pre-existentes adicionando los niveles de ruido de fondo obtenidos de las mediciones y los niveles de inmisión de ruido exterior obtenidos para cada receptor mediante cálculo. Dichos valores se compararán con los objetivos de calidad acústica establecidos en la tabla 2.2.3, para determinar si el receptor se encuentra dentro o fuera de la zona de servidumbre acústica.
- En los casos que los receptores se encuentren dentro de zona de servidumbre, se verificará el cumplimiento de los niveles de inmisión de ruido exterior y ruido máximo que le aplican en función del uso, establecidos en la tabla 2.2.1 y tabla 2.2.2. En caso de rebase, se definirán las contramedidas técnicamente viables y económicamente proporcionadas que permitan el cumplimiento de dichos límites.
- Si un receptor se encuentra fuera de la zona de servidumbre, en él deberán cumplirse los límites siguientes:
 - Niveles límite de inmisión establecidos en la tabla 2.2.1.
 - Niveles límite de inmisión máximos establecidos en la tabla 2.2.2.
 - Objetivos de calidad acústica establecidos en la tabla 2.2.3.

Tipo de área acústica	L _d (7h- 19h)	L _e (19h- 23h)	L _n (23h- 7h)
Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica.	55 dB(A)	55 dB(A)	45 dB(A)
Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	60 dB(A)	60 dB(A)	50 dB(A)
Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario.	65 dB(A)	65 dB(A)	55 dB(A)
Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	68 dB(A)	68 dB(A)	58 dB(A)
Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial.	70 dB(A)	70 dB(A)	60 dB(A)

Tabla 2.2.1: Valores límite de inmisión de ruido, de aplicación en nuevas infraestructuras viarias, ferroviarias y aeroportuarias según el R.D. 1367/2007

Tipo de área acústica	Índice de ruido L_{Amax}
Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica.	80 dB(A)
Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	85 dB(A)
Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario.	88 dB(A)
Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	90 dB(A)
Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial.	90 dB(A)

Tabla 2.2.2: Valores límite de inmisión máximos de ruido aplicables a infraestructuras ferroviarias y aeroportuarias según el R.D. 1367/2007

Tipo de área acústica	L_d (7h-19h)	L_e (19h-23h)	L_n (23h-7h)
Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica.	60 dB(A)	60 dB(A)	50 dB(A)
Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	65 dB(A)	65 dB(A)	55 dB(A)
Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario.	70 dB(A)	70 dB(A)	65 dB(A)
Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	73 dB(A)	73 dB(A)	63 dB(A)
Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial.	75 dB(A)	75 dB(A)	65 dB(A)

Tabla 2.2.3: Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas urbanizadas existentes según el RD 1367/2007

2.3. ÁMBITO AUTONÓMICO

2.3.1. Euskadi

La primera ley identificada al respecto (ley 3/1998, de 27 de febrero, general de protección del medio ambiente del País Vasco) se trata de una ley general sobre la problemática medioambiental y no establece límites concretos de emisión de ruido.

Posteriormente, el Decreto 213/2012, de 16 de octubre, de contaminación acústica de la Comunidad Autónoma del País Vasco aborda la definición de unos límites y objetivos de calidad acústica.

Según este decreto, las zonas tranquilas presentarán un objetivo de calidad al menos 5 dBA inferior a los previstos en la tabla A, parte 1 del anexo I del mencionado Decreto en lo referente a zonificación acústica. Estos objetivos de calidad deberán preservar en todo caso la mejor calidad sonora que sea compatible con el desarrollo sostenible del área.

Para infraestructuras viarias, ferroviarias y aeroportuarias nuevas se establece lo siguiente:

1. Ningún valor promedio del año superará los valores fijados en la tabla D del anexo I del mencionado Decreto (ver tabla 2.3.1.1).
2. Ningún valor diario del año superará en 3 dBA los valores fijados en la tabla D del anexo I del mencionado Decreto.
3. El 97% de todos los valores diarios no superarán los valores de la tabla E del anexo I del mencionado Decreto (ver tabla 2.3.1.2).

Se definen los tres periodos temporales de evaluación diarios de la siguiente manera:

1. Periodo día (d): al periodo día le corresponden 12 horas, desde las 07:00 a las 19:00.

2. Periodo tarde (e): al periodo tarde le corresponden 4 horas, desde las 19:00 a las 23:00.
3. Periodo noche (n): al periodo noche le corresponden 8 horas, desde las 23:00 a las 07:00.

Tipo de área acústica	Índices de ruido		
	L _d	L _e	L _n
E	55	55	45
A	60	60	50
D	65	65	55
C	68	68	58
B	70	70	60

Tabla 2.3.1.1: Valores límite de inmisión de ruido aplicables a infraestructuras viarias, ferroviarias y aeroportuarias, nuevas

Tipo de área acústica	Índices de ruido L _{Ama} x
E	80
A	85
D	88
C	90
B	90

Tabla 2.3.1.2: Valores límite de ruido máximo aplicables a infraestructuras viarias, ferroviarias y aeroportuarias, nuevas

2.3.2. Navarra

El Decreto Foral 135/1989, de 8 de junio, regula las condiciones técnicas que deben cumplir las actividades emisoras de ruido (ver tabla 2.3.2.1).

TIPO DE ZONA RECEPTORA	DIA	NOCHE
Sanitaria	50	40
Residencial o docente (sin talleres ni tráfico importante)	55	45
Residencial o docente (con talleres o tráfico importante)	60	50
Comercial y de servicios	65	55
Industrial	70	60

Tabla 2.3.2.1: Niveles máximos diurnos y nocturnos de inmisión acústica según el Decreto Foral 135/1989 para actividades emisoras de ruido. Existiendo categoría aparte en dicho decreto para el ruido de tráfico, se entiende que estos niveles no aplican en el caso de la nueva línea.

Con independencia de lo dispuesto en el artículo anterior, no se permite el funcionamiento de actividades o instalaciones ubicadas en zonas no industriales, cuyos niveles sonoros exterior o interior supongan un incremento superior a 5 dBA del nivel sonoro del ruido de fondo existente en cualquier punto de zonas sanitarias, docentes o residenciales.

Los niveles sonoros equivalentes del ruido de tráfico, estimados de acuerdo con las previsiones del mismo, no podrán ser superiores a 65 dBA durante el día y 55 dBA durante la noche en las fachadas de los edificios sanitarios, docentes o residenciales, pudiendo admitirse incrementos no superiores a 5 dBA sobre los mencionados valores en los tramos viarios, cuyas características topográficas u otras circunstancias particulares determinen un trazado obligado. Los niveles sonoros equivalentes del ruido de tráfico, no podrán ser superiores a 65 dBA durante el día y 55 dBA durante la noche en las fachadas de los edificios sanitarios, docentes o residenciales, recomendándose que dichos niveles no sean superiores a 55 dBA durante el día y 45 dBA durante la noche.

2.4. ÁMBITO MUNICIPAL

No se han identificado límites acústicos aplicables en las ordenanzas de los municipios atravesados por las diferentes alternativas del trazado.

2.5. ELECCIÓN DE NIVELES LÍMITES DE RUIDO

Del análisis normativo realizado en referencia al impacto acústico provocado por la nueva infraestructura, se deriva lo siguiente:

- Normativa europea: En referencia a los niveles límite de ruido, se deja a criterio de cada uno de los países miembros el establecerlos, concentrándose esta normativa tan sólo en la homogeneización y normalización de la metodología aplicada en la medida o predicción de los mismos.
- Normativa estatal: En referencia a los niveles de ruido se establece los valores límite de inmisión aplicable a nuevas infraestructuras viarias, ferroviarias y aeroportuarias de los indicadores $L_{día}$, L_{tarde} , L_{noche} y L_{max} indicados en las tablas 2.2.1, 2.2.2 y los objetivos de calidad acústica para ruidos aplicables a áreas urbanizadas existentes según la tabla 2.2.3.
- Normativa autonómica: en el caso vasco, es básicamente coincidente con la estatal. En el tramo navarro, deberán cumplirse asimismo los niveles límites del decreto foral 135/1989 respecto ruido de tráfico (65 dBA diurnos y 55 dBA nocturnos para edificios sanitarios, docentes o residenciales). Estos niveles, sin embargo, son más tolerantes que los establecidos por la legislación estatal, por lo que se establecen como niveles límites los valores marcados por esta última.

3. NORMATIVA VIBRATORIA APLICABLE

Desde el punto de vista de emisión vibratoria, la legislación aplicable es en esencia la misma que en el caso acústico, si bien en algunos casos ésta no establece indicaciones ni límites vibratorios. Las siguientes secciones detallan las respectivas indicaciones en cada uno de los ámbitos.

3.1. ÁMBITO EUROPEO

La directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, de evaluación y gestión del ruido ambiental, no recoge indicaciones específicas que afecten a los niveles vibratorios así como a una metodología para la realización de estudios de impacto vibratorio.

La norma ISO 2631 recoge un conjunto de explicaciones sobre la tolerancia del cuerpo humano a las vibraciones mecánicas pero no da unos valores límites, por lo que se entiende que la normativa a aplicar será a nivel estatal y autonómico.

3.2. ÁMBITO ESTATAL

Como se ha mencionado en la correspondiente sección de afección acústica, la ley 37/2003 se trata de una ley general. Al igual que en el caso acústico, no se especificaron en la misma los niveles límite de afecciones vibratorias tolerables, acordándose su especificación concreta como parte del contenido del correspondiente reglamento a elaborar en base a la mencionada ley 37/2003.

El desarrollo reglamentario de la ley 37/2003 se realizó en el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre. Dicho Real Decreto establece un conjunto concreto de niveles límite de inmisión vibratoria, a aplicar para diferentes contextos de situación y de horario según si las vibraciones son de carácter estacionarias o transitorias.

El Reglamento de la Ley del Ruido establece el uso del indicador de inmisión vibratoria L_{wv} definido en la normativa ISO 2631:2003. En la tabla 3.2.1 se detallan los límites vibratorios aplicables a edificaciones destinadas a viviendas, usos residenciales, hospitalarios, educativos o culturales establecidos por el R.D. 1367/2007 para éste índice.

Uso del edificio	Índice de vibración (L_{aw})
Vivienda o uso residencial	75 dB
Hospitalario	72 dB
Educativo / Cultural	72 dB

Tabla 3.2.1: Valores objetivo de niveles de vibración aplicables al espacio interior según el R.D. 1367/2007

Los valores del índice de vibraciones L_{aw} , evaluados conforme a los procedimientos establecidos en la norma anteriormente citada, deben cumplir lo siguiente:

- a. Vibraciones estacionarias: Ningún valor del índice debe superar los valores fijados en la tabla 3.2.1.
- b. Vibraciones transitorias: Los valores fijados en la tabla 3.2.1 podrán superarse para un número de eventos determinado de conformidad con el procedimiento siguiente:
 - Se consideran los dos periodos temporales de evaluación siguientes: periodo día, comprendido entre las 07:00 - 23:00 horas y periodo noche, comprendido entre las 23:00 - 07:00 horas.
 - En el periodo nocturno no se permite ningún exceso.
 - En ningún caso se permiten excesos superiores a 5 dB.
 - El conjunto de superaciones no debe ser mayor de 9. A estos efectos cada evento cuyo exceso no supere los 3 dB será contabilizado como 1 y si los supera como 3.

3.3. ÁMBITO AUTONÓMICO

3.3.1. Euskadi

El ya mencionado Decreto 213/2012, de 16 de octubre, incluye, además de las indicaciones descritas sobre niveles máximos de ruido admisibles, un conjunto de indicaciones sobre niveles vibratorios máximos. Estos valores se recopilan en la tabla C, del anexo I del mencionado Decreto (ver tabla 3.3.1.1):

Uso del edificio	Índice de vibración L_{aw}
Vivienda o uso residencial	75
Hospitalario	72
Educativo o cultural	72

Tabla 3.3.1.1: Objetivos de calidad acústica para vibraciones aplicables al espacio interior habitable de edificaciones destinadas a vivienda, usos residenciales, hospitalarios, educativos o culturales

En el caso de vibraciones transitorias, como el paso de trenes, los valores fijados en la tabla 3.3.1.1 podrán superarse para un número de eventos determinado de conformidad con las disposiciones siguientes:

1. Se consideran los dos periodos temporales de evaluación siguientes: periodo día, comprendido entre las 07:00 - 23:00 horas y periodo noche, comprendido entre las 23:00 - 07:00 horas.
2. En el periodo nocturno no se permite ningún exceso.
3. En ningún caso se permiten excesos superiores a 5 dB.
4. El conjunto de superaciones no debe ser mayor de 9. A estos efectos cada evento cuyo exceso no supere los 3 dB será contabilizado como 1 y si los supera como 3.

Como puede comprobarse, estos límites y excepciones coinciden punto por punto con los establecidos a nivel nacional por el Real Decreto 1367/2007.

3.3.2. Navarra

El Decreto Foral 135/1989, de 8 de junio, regula las condiciones técnicas que deben cumplir las actividades emisoras de vibraciones. A este respecto, el artículo 8º del mencionado decreto establece lo siguiente:

- Se utilizará como parámetro indicativo del grado de vibración existente en los edificios, el valor eficaz de aceleración vertical en m/s², medido en tercios de octava entre 1 y 80 Hz.
- Relacionado directamente con el valor eficaz de la aceleración vertical, se utilizará, asimismo, como indicativo del grado de vibración existente, el parámetro logarítmico LA, definido según la siguiente relación:

$$LA = 20 \cdot \text{Log } A/A_0$$

siendo:

A = Valor eficaz de la aceleración en m/s² en cada tercio de octava.

A₀ = Valor de referencia en m/s² en las distintas frecuencias centrales en tercios de octava entre 1 y 80 Hz, el cual se calcula de la manera siguiente:

$$A_0 = 1/\text{raíz}(2 \cdot 10E-5 \cdot f) \text{ para } (1 < f < 4)$$

$$A_0 = 10E-5 \text{ para } (4 < f < 8)$$

$$A_0 = 0,125 \cdot 10E-5 \cdot f \text{ para } (8 < f < 80)$$

El acelerómetro se fijará en zonas firmes de suelos, techos o forjados, en el centro de las habitaciones del inmueble receptor de las vibraciones.

Con respecto a los límites de inmisión vibratoria establecidos, no se permite el funcionamiento de actividades, máquinas o instalaciones, cuyo nivel de vibraciones sobrepase los valores de la tabla 3.3.2.1, expresados en LA.

	DÍA	NOCHE
Zona no industrial	60	55
Zona industrial	70	65

Tabla 3.3.2.1: Valores límites de inmisión vibratoria en LA definidos en el Decreto Foral 135/1989.

3.4. ÁMBITO MUNICIPAL

No se han identificado límites vibratorios aplicables en las ordenanzas de los municipios atravesados por las diferentes alternativas del trazado.

3.5. ELECCIÓN DE NIVELES LÍMITES DE VIBRACIONES

Teniendo en cuenta lo expuesto en las secciones anteriores, se establecen con carácter general los límites de inmisión vibratoria mostrados en la tabla 3.5.1, con las excepciones previstas en las secciones 3.2 y 3.3.1.

	Índice de vibración L _{av}
Vivienda o uso residencial	75
Hospitalario	72
Educativo o cultural	72

Tabla 3.5.1: Niveles límites de inmisión vibratoria aplicables con carácter general al conjunto del trazado de la conexión entre Navarra y la Y vasca.

En la parte del trazado que discurre por la comunidad autónoma de Navarra, se aplicarán adicionalmente los límites de la legislación foral descritos en la sección 3.3.2.

4. INVENTARIO DE RECEPTORES

Se ha procedido a recorrer las inmediaciones de las diferentes alternativas de trazado consideradas, en busca de posibles edificios receptores o áreas naturales afectadas. Teniendo en cuenta que las diferentes alternativas comparten parte de sus trazados, los receptores en algún caso están repetidos, si bien se mantiene un

único código de identificación común a las alternativas. Se ha preferido seguir este esquema por dos motivos:

- En ocasiones su distancia a la traza (y por tanto su nivel de afección acústica/vibratoria) es diferente en función de la alternativa.
- El mantenimiento de una lista completa independiente de receptores para cada alternativa de trazado permite una primera comparativa de grado de afección.

Teniendo en cuenta el alcance del presente estudio (etapa de Estudio Informativo) el inventario de receptores realizado no es exhaustivo. Por este motivo, los conjuntos de edificios han sido agrupados y un edificio receptor significativo (el peor caso) ha sido identificado para cada grupo. Asimismo, durante el inventario se han excluido en ocasiones determinados edificios de uso agrícola o industrial, bien por no gozar de protección o bien por ser los límites aplicables suficientemente altos como para descartar la necesidad de protecciones especiales. El Anexo 1 del presente documento recoge un reportaje fotográfico de los receptores identificados alrededor de las diferentes alternativas de trazado contempladas.

4.1. ALTERNATIVA DE TRAZADO H

La tabla 4.1.1 muestra la lista de receptores identificados en las inmediaciones de la alternativa de trazado H. Los receptores con las distancias marcadas en rojo se encuentran en las inmediaciones de un túnel, y no tienen por tanto afección acústica por vía aérea. Las distancias marcadas en este caso son en planta.

De entre las alternativas de trazado estudiadas, la H es la más directa y la que cuenta con un menor grado de afección a receptores. A esto ayuda el hecho de que 25,4 kilómetros de su longitud transcurran en túnel. Sin embargo, cabe destacar que la traza discurre por las inmediaciones del histórico monasterio de Zamartze, hecho que deberá ser particularmente tenido en cuenta con respecto a la planificación de contramedidas acústicas y vibratorias.

ID	NOMBRE	USO	OBSERVACIONES	FOTOS	PK	MARGEN	DISTANCIA
R1	Naves en las afueras de Aldaba	Agropecuario		1,2	1+040	Derecho	20
R2	Casas y naves en Erroz	Residencial	Naves cercanas descartadas	3,4	9+100	Izquierdo	90
R3	Nave en las afueras de Erroz	Agropecuario		5	9+400	Izquierdo	50
R4	Nave en las afueras de Urritzola	Agropecuario		6	10+400	Izquierdo	50
R5	Iglesia y sacristía de Urritzola	Religioso		7	10+800	Izquierdo	80
R7	Naves afueras Hiriberri	Agropecuario		13	16+100	Izquierdo	40
R7b	Cementerio en Hiriberri	Religioso		12	16+160	Izquierdo	106
R10	Nave al norte de Ihabar	Agropecuario		14	17+350	Izquierdo	114
R33	Gasolinera y bar/restaurante	Comercial		50,51	13+000	Izquierdo	48
R34	Casas y naves al norte de Villanueva	Residencial	Naves cercanas descartadas	52,53	15+900	Izquierdo	133
R35	Naves al norte de Irañeta	Agropecuario		54	20+600	Izquierdo	31
R36	Monasterio de Zamartze y naves	Religioso		55,56	21+500	Derecho	92
R37	Naves al norte de Arruazu	Agropecuario		41	24+050	Izquierdo	53
R38	Nave aislada al norte de Arruazu	Agropecuario		58	24+450	Izquierdo	35
R39	Casa abandonada	Residencial		59,60	25+150	Izquierdo	150
R40	Naves dispersas al norte de Lakuntza	Agropecuario		61	25+800	Ambos	43
R41	Naves industriales al norte de Lakuntza	Industrial		62	26+500	Izquierdo	120
R45	Caserío en Idiazábal	Residencial		95	47+000	Derecho	40
R46	Caseríos dispersos al norte de Idiazábal	Residencial		96, 97	48+000	Ambos	52
R47	Caserío en camino Salbatore Auzoa	Residencial		98	51+100	Izquierdo	5
R48	Caserío aislado al norte de Ormaiztegi	Agropecuario		99	52+150	Derecho	50
R49	Caseríos junto a la conexión con Y vasca	Residencial		100	54+300	Izquierdo	18

Tabla 4.1.1: Receptores identificados en las inmediaciones de la alternativa de trazado H

4.2. ALTERNATIVA DE TRAZADO V

La tabla 4.2.1 muestra la lista de receptores identificados en las inmediaciones de la alternativa de trazado V. Esta alternativa afecta comparativamente a más receptores que la comparativa de trazado H, aunque se mantiene en términos generales a bastante distancia de los núcleos habitados de tamaño mediano-grande. Por este motivo, la mayoría de receptores identificados son de hecho naves de uso agropecuario o industrial, o bien viviendas aisladas. En algunos casos (Zuhatzu, Iburguren, Urabain, Duruma) la traza discurre tangencialmente a dichos pequeños núcleos de población.

ID	NOMBRE	USO	OBSERVACIONES	FOTOS	PK	MARGEN	DISTANCIA
R1	Naves en las afueras de Aldaba	Agropecuario		1,2	1+040	Derecho	20
R2	Casas y naves en Erroz	Residencial	Naves cercanas descartadas	3,4	9+100	Izquierdo	90
R3	Nave en las afueras de Erroz	Agropecuario		5	9+400	Izquierdo	50
R4	Nave en las afueras de Urritzola	Agropecuario		6	10+400	Izquierdo	50
R5	Iglesia y sacristía de Urritzola	Religioso		7	10+800	Izquierdo	80
R6	Aldea de Zuhatzu	Residencial	Naves cercanas descartadas	8,9	14+100	Izquierdo	170
R8	Granjas en las afueras de Ihabar	Agropecuario		16,17	17+300	Derecho	50
R9	Nave en las afueras de Ihabar	Agropecuario		18	17+700	Derecho	56
R10	Nave cerca de Uharte-Arakil	Agropecuario		19	20+750	Izquierdo	60
R11	Granja al sur de Uharte-Arakil	Agropecuario		20	21+400	Derecho	50
R12	Viviendas y complejo deportivo Itxesi	Residencial		21,22	22+000	Derecho	30
R13	Granjas y naves entre Uharte y Arruazu	Agropecuario		23	23+000	Ambos	31
R14	Granjas y naves al sur de Arbizu	Agropecuario		24	27+300	Derecho	25
R15	Granjas y naves junto carretera NA7100	Agropecuario		25	27+600	Ambos	10
R16	Naves industriales	Industrial		26	28+400	Izquierdo	68
R17	Casa y naves (Ifurribide)	Residencial		27,28	29+400	Ambos	5

ID	NOMBRE	USO	OBSERVACIONES	FOTOS	PK	MARGEN	DISTANCIA
R18	Naves en Arluzepe kalea	Industrial		29	30+300	Derecha	66
R19	Nave aislada	Agropecuario		30	30+850	Derecha	28
R20	Casas en Barrenkale	Residencial		31	33+600	Ambos	17
R21	Nave uso agrícola	Agropecuario		32	34+900	Izquierdo	20
R22	Caserío y naves	Residencial		33	36+000	Derecho	20
R23	Casas e industria junto autovía en Alsasua	Residencial		34,35	37+550	Ambos	103
R24	Nave en Ardantzea Bidea	Agropecuario		36	40+900	Derecho	42
R25	Viviendas al sur de Olazagutia	Residencial		37,38	41+500	Ambos	30
R26	Casas de campo con huerto	Residencial		39,40	41+900	Derecho	24
R27	Gasolinera y oficinas	Industrial		41,42	45+000	Derecho	47
R28	Cementerio en Andoin	Religioso		43	47+800	Derecho	32
R29	Aldea de Iburguren	Residencial		44,45	48+500	Izquierdo	38
R30	Aldeas de Urabain y Duruma	Residencial		46	49+850	Derecho	56
R31	Naves industriales en la A-3138	Industrial		47,48	52+300	Ambos	58
R32	Nave agropecuaria aislada	Agropecuario		49	59+000	Derecha	66
R42	Casas y naves industriales al norte de Bakaiku	Residencial		66	33+550	Derecho	180
R43	Naves y depuradora al norte de Urdiain	Industrial		67	36+150	Derecho	72
R44	Hotel-Restaurante abandonado	Comercial		86	44+500	Derecho	163
R51	Polígono industrial en Dulantzi	Industrial		103,104	68+000	Izquierdo	40
R52	Viviendas junto estación Dulantzi	Residencial		105, 106, 107	68+500	Ambos	40
R53	Fábrica de tubos en Dulantzi	Industrial		108	69+200	Izquierdo	52
R54	Ermita y casas en Elburgo	Religioso / Residencial	Ermita declarada monumento histórico	109,110	70+600	Ambos	20
R55	Viviendas en Elburgo	Residencial		111	71+000	Izquierdo	92
R56	Cementerio y viviendas en Oreitia	Religioso/ Residencial		112, 113, 114	72+400	Ambos	40

Tabla 4.2.1: Receptores identificados en las inmediaciones de la alternativa de trazado V

4.3. NIVELES DE RUIDO DE FONDO REGISTRADOS

Durante el recorrido realizado de las diferentes alternativas de conexión presentadas se han llevado a cabo un conjunto de mediciones de los niveles de ruido preexistentes.

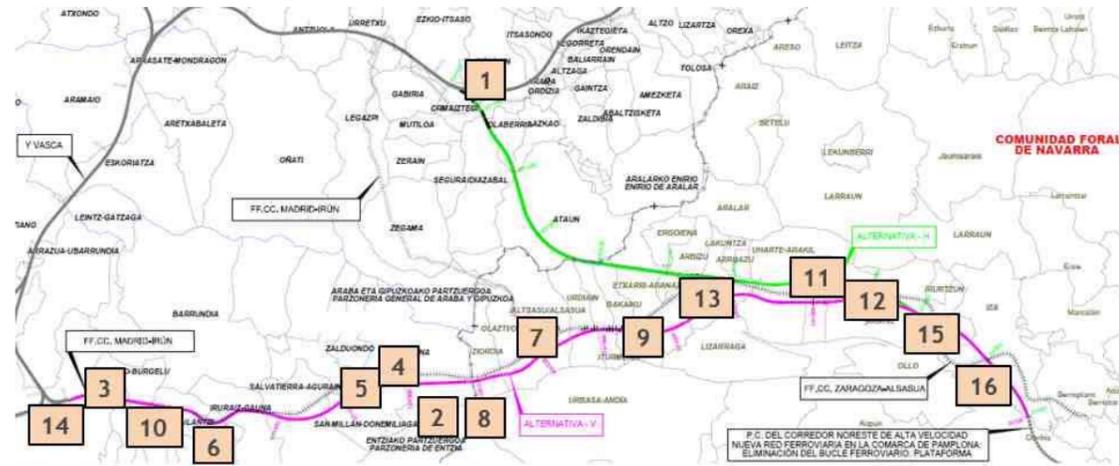
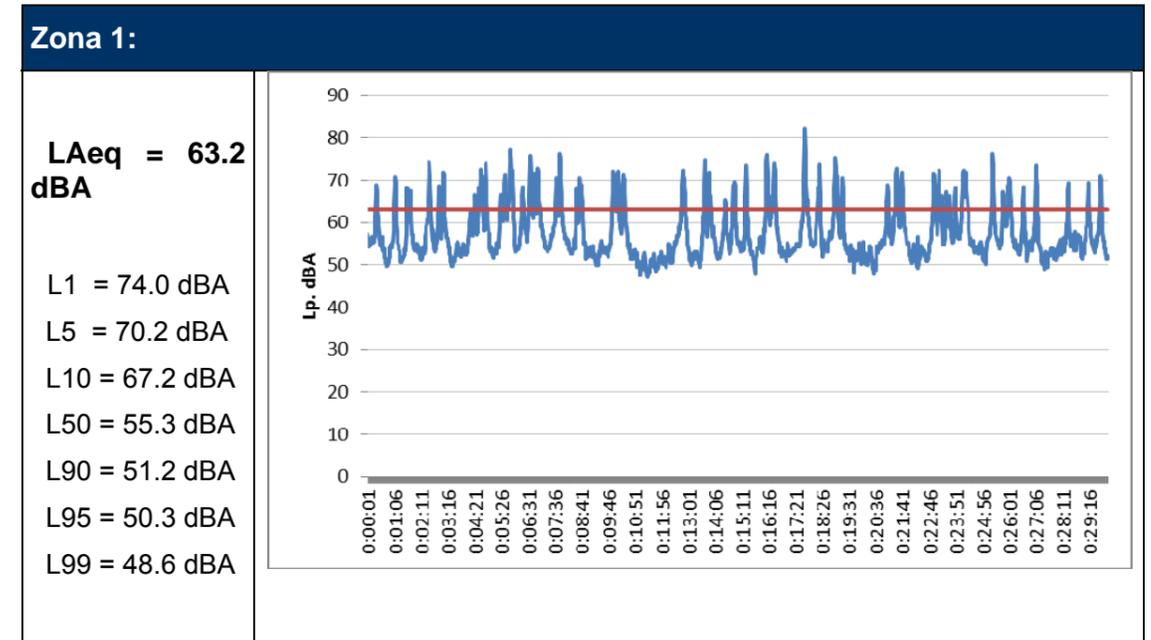


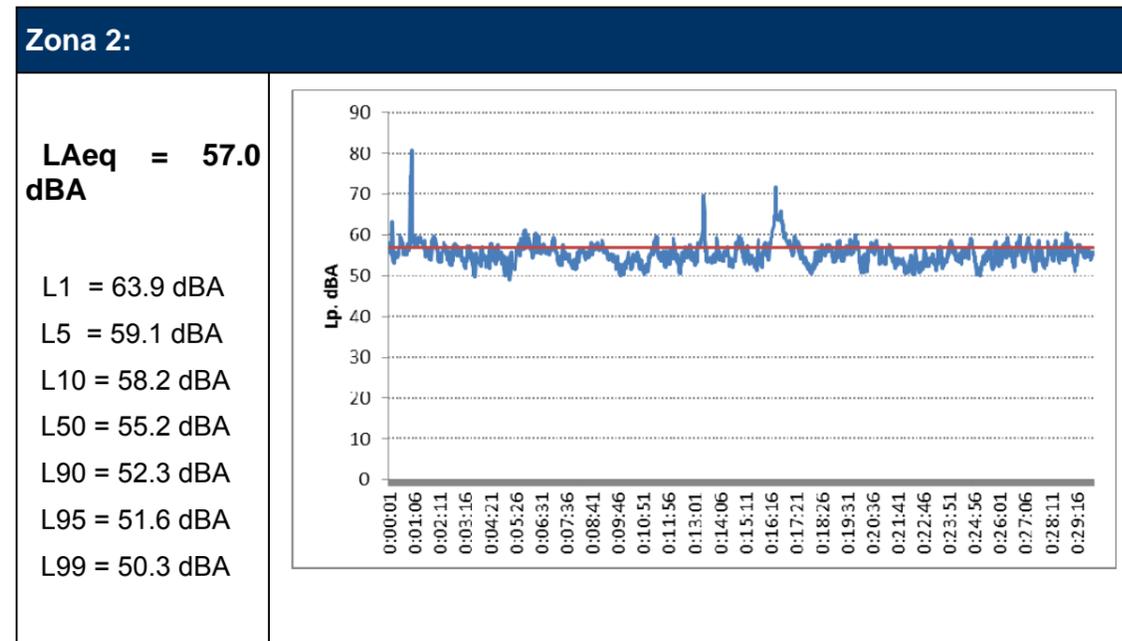
Figura 4.4.1: Distribución de los puntos de medición de niveles de ruido preexistente

Las siguientes tablas presentan imágenes de los registros obtenidos en cada uno de los puntos establecidos, junto con las estadísticas de niveles de ruido observados, fotografías e imágenes en planta mostrando el lugar preciso donde se han tomado las mediciones.

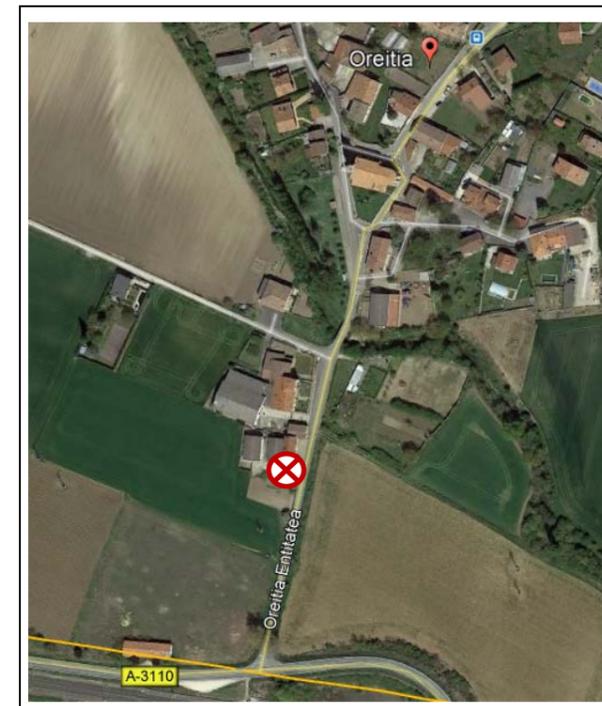
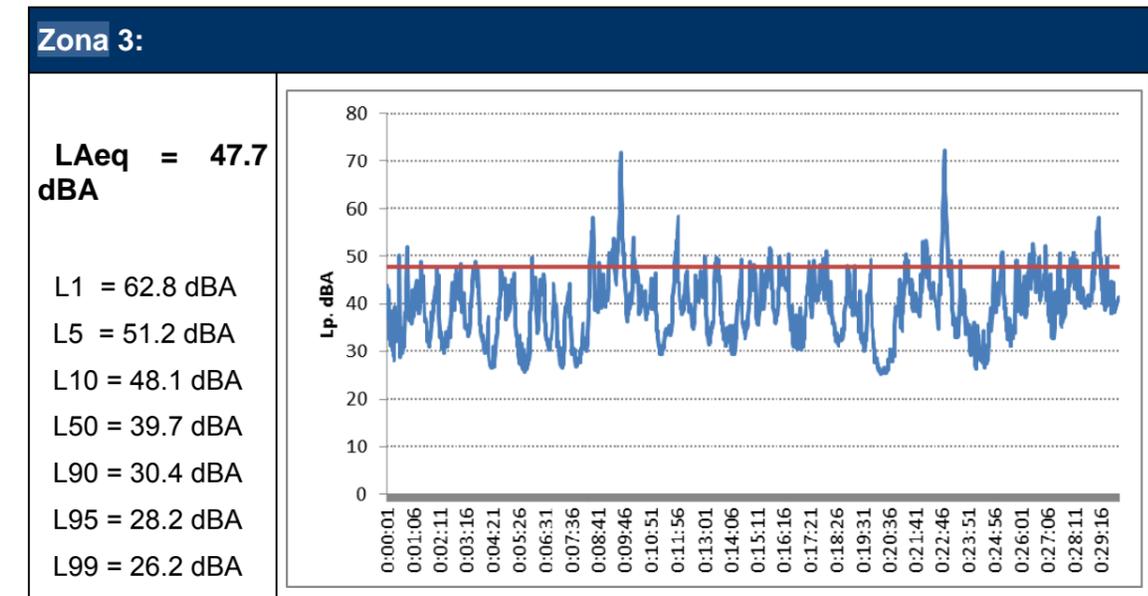
4.3.1. Zona de medición 1 (Zumárraga)



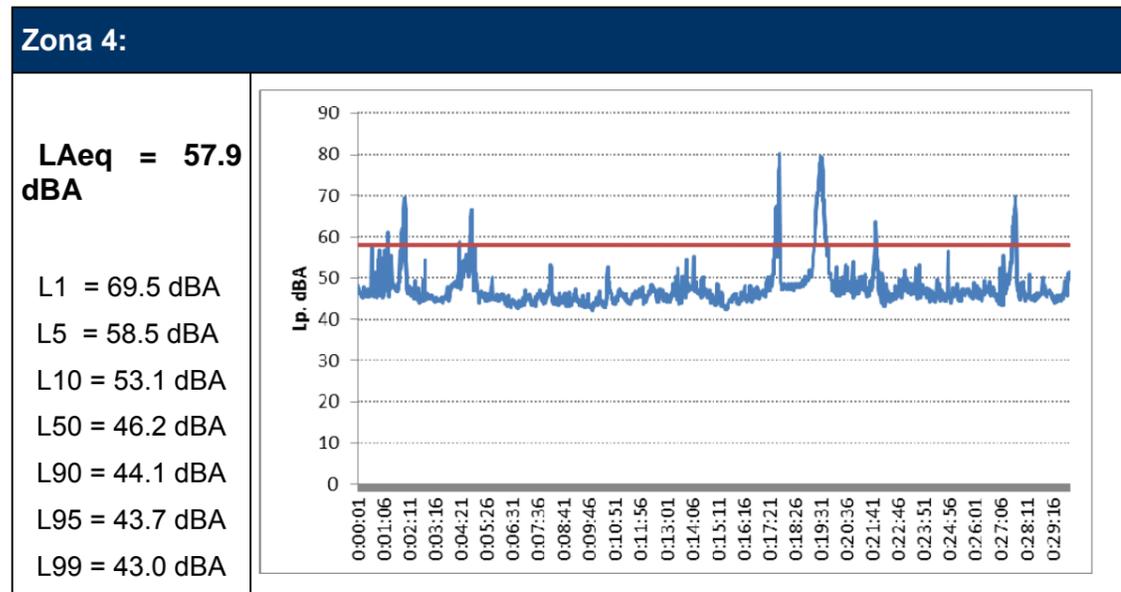
4.3.2. Zona de medición 2 (Urabain)



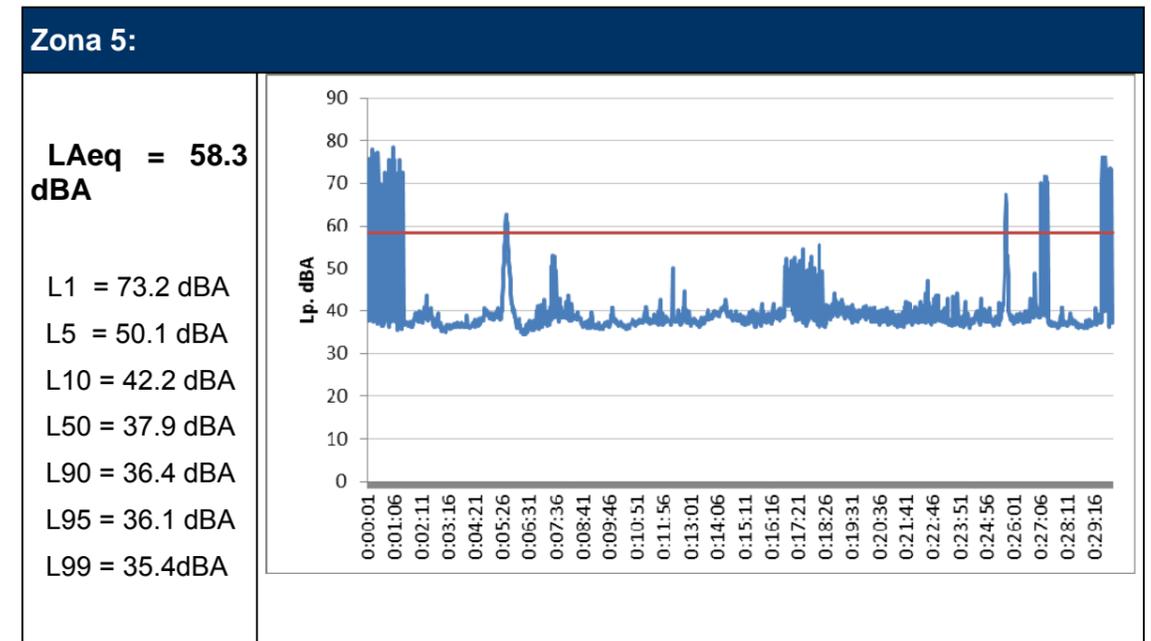
4.3.3. Zona de medición 3 (Oreitia)



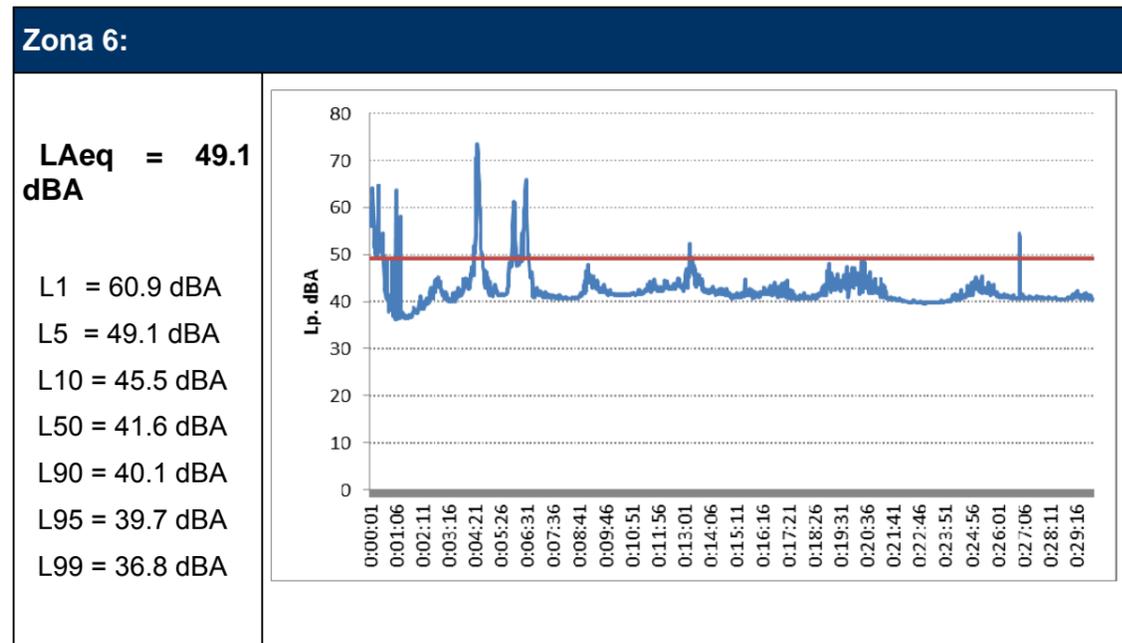
4.3.4. **Zona de medición 4 (Durruma)**



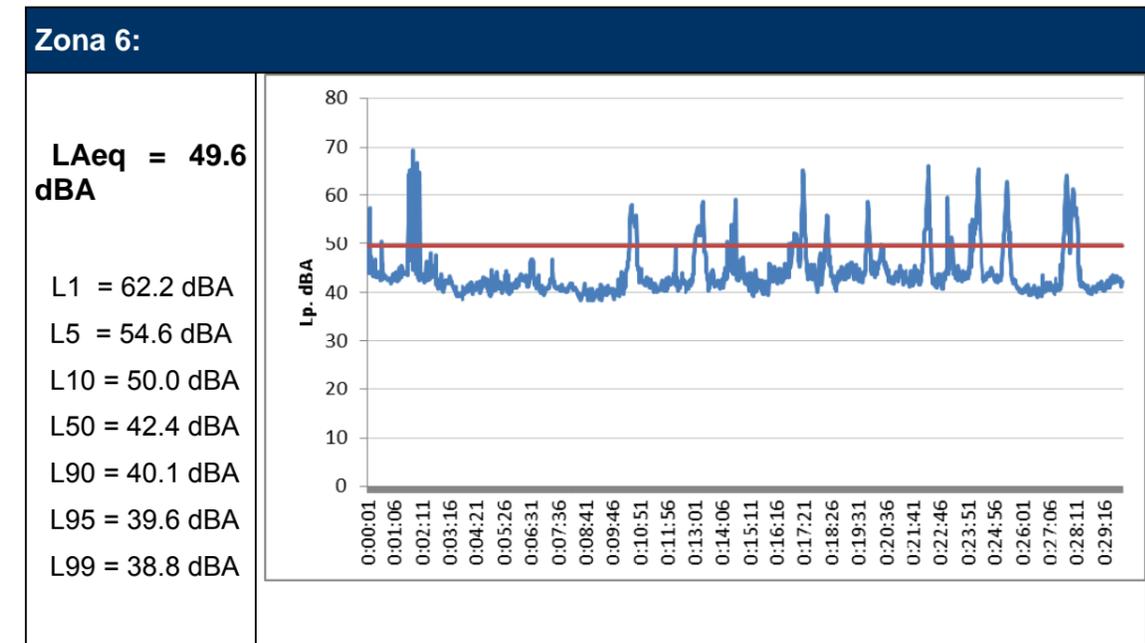
4.3.5. **Zona de medición 5 (Equilaz)**



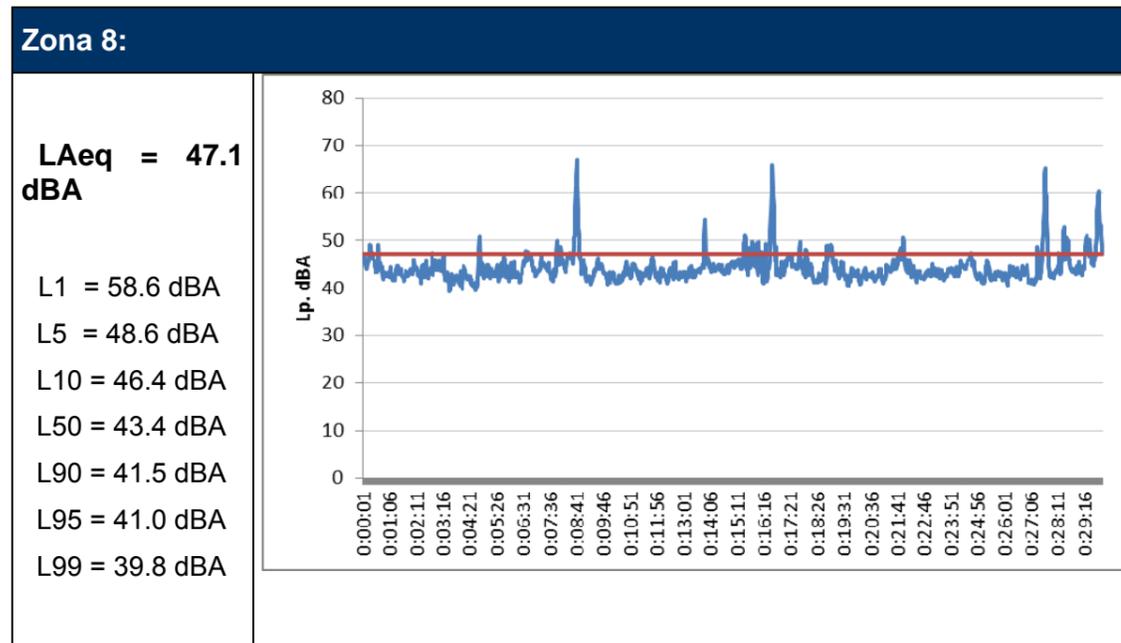
4.3.6. **Zona de medición 6 (Dulantzi)**



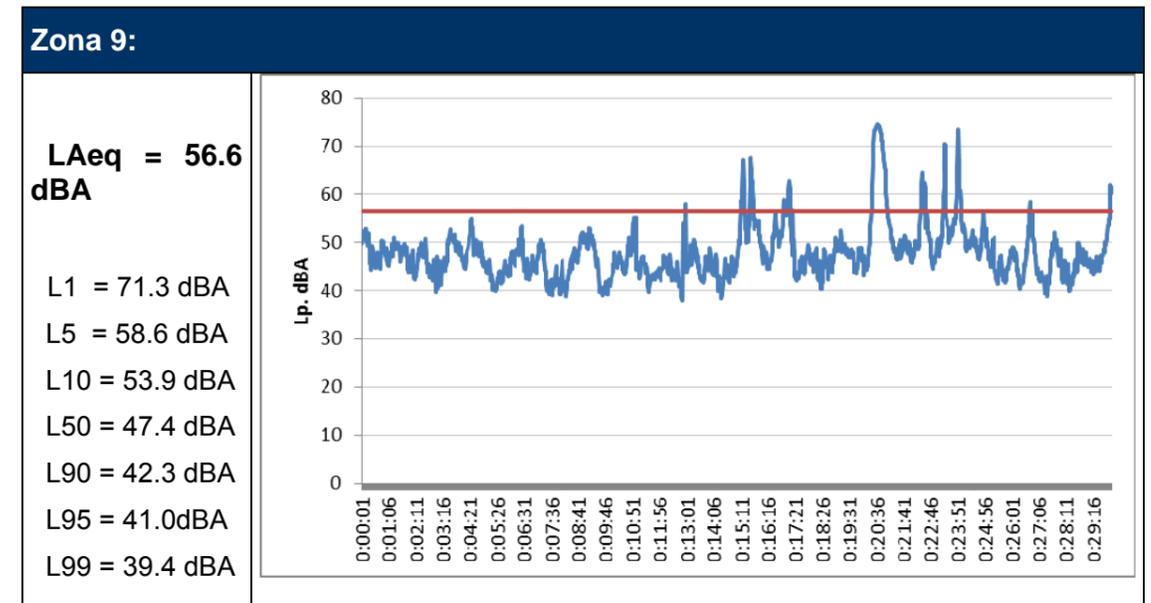
4.3.7. **Zona de medición 7 (Olazaqutia)**



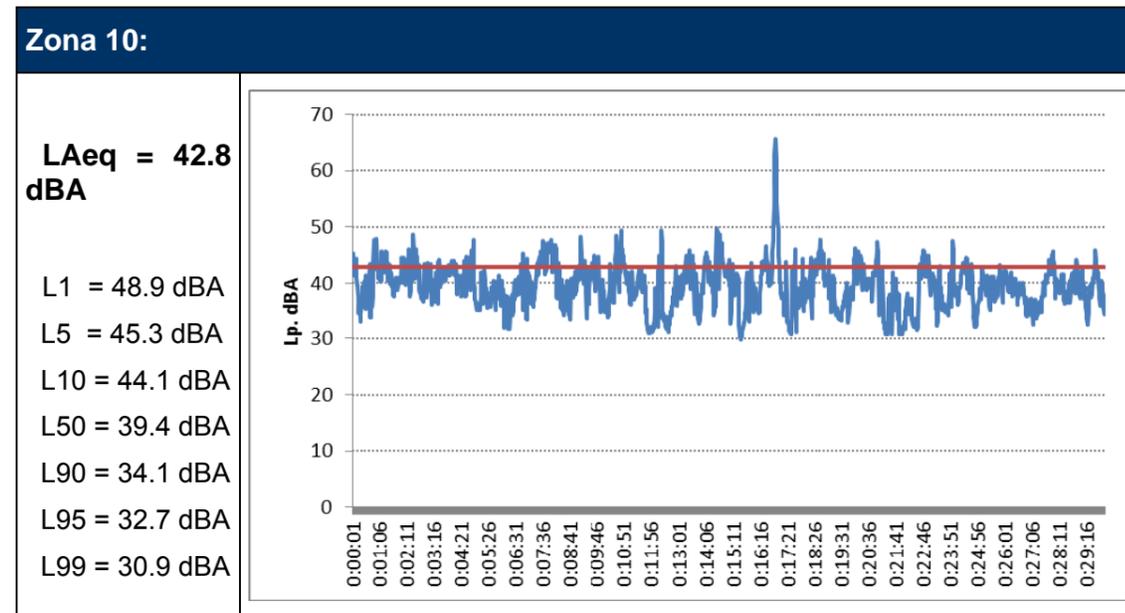
4.3.8. Zona de medición 8 (Ibarguren)



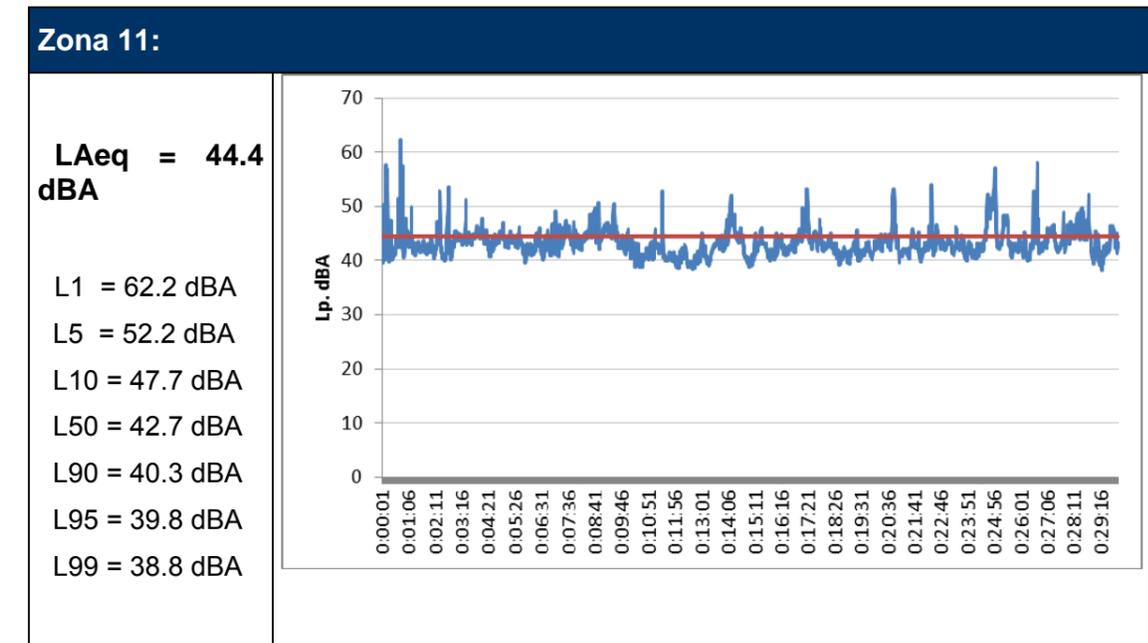
4.3.9. Zona de medición 9 (Bakaiku)



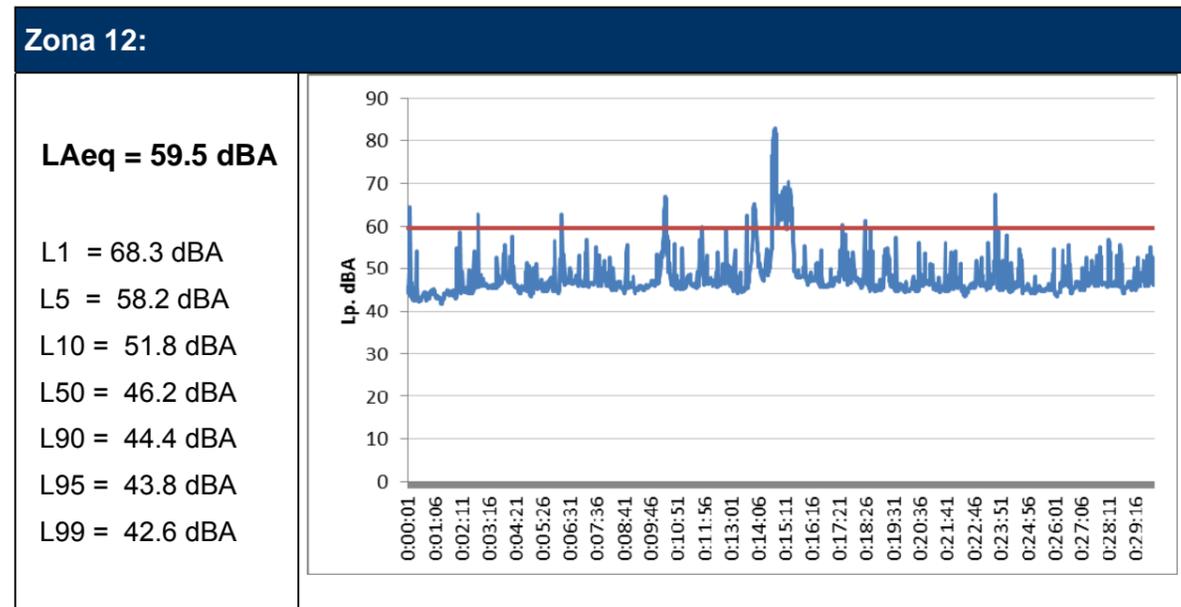
4.3.10. Zona de medición 10 (Elburgo)



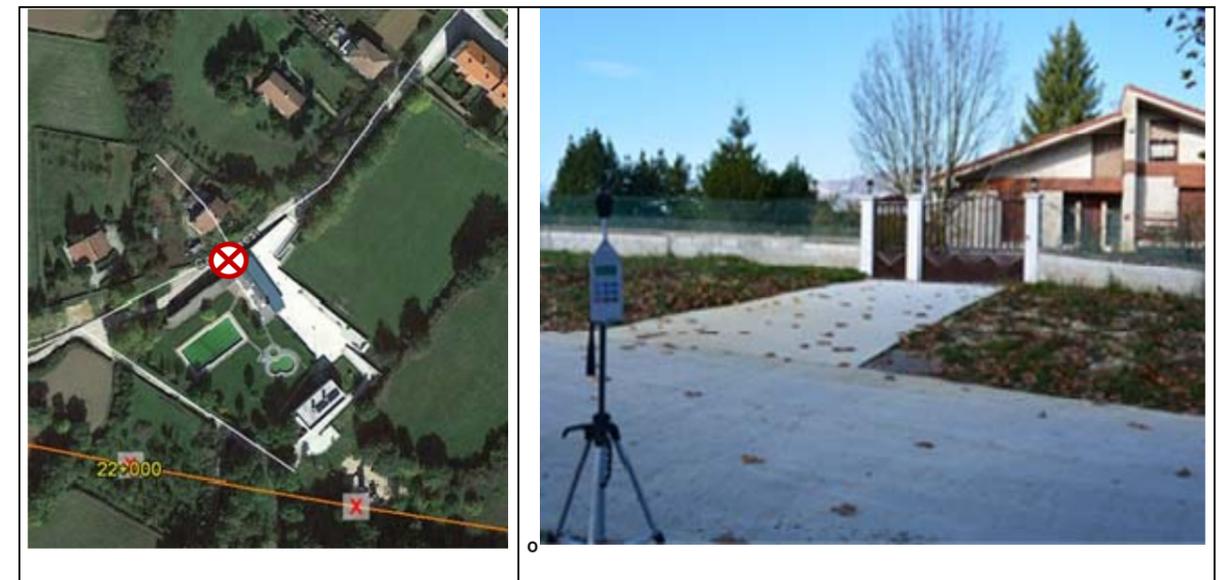
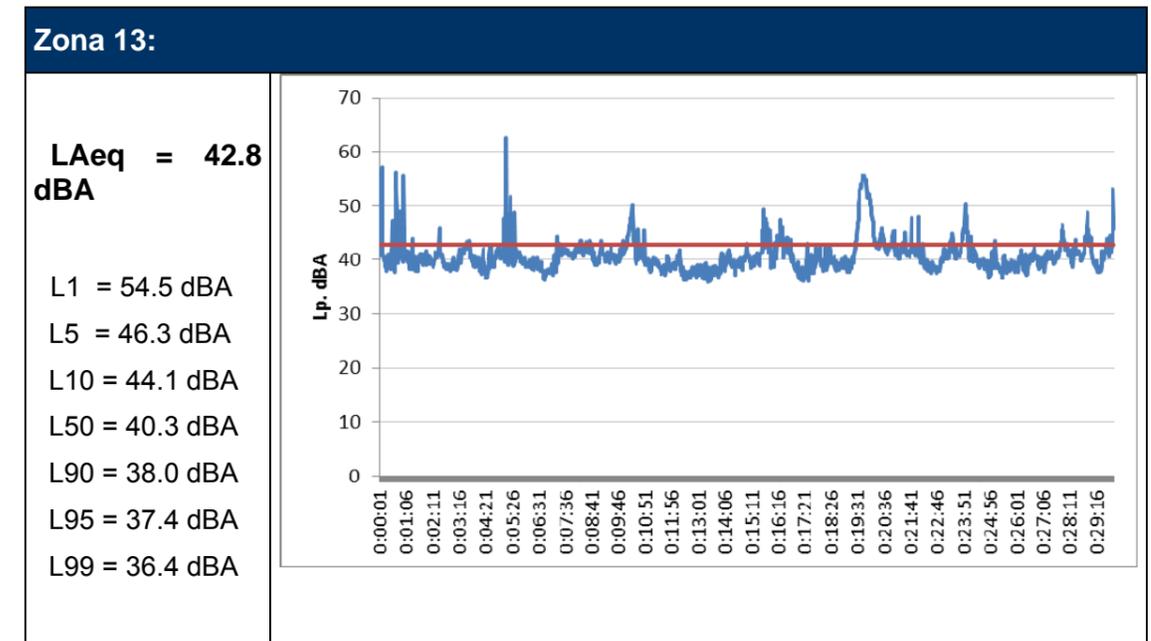
4.3.11. Zona de medición 11 (Monasterio de Zamartze)



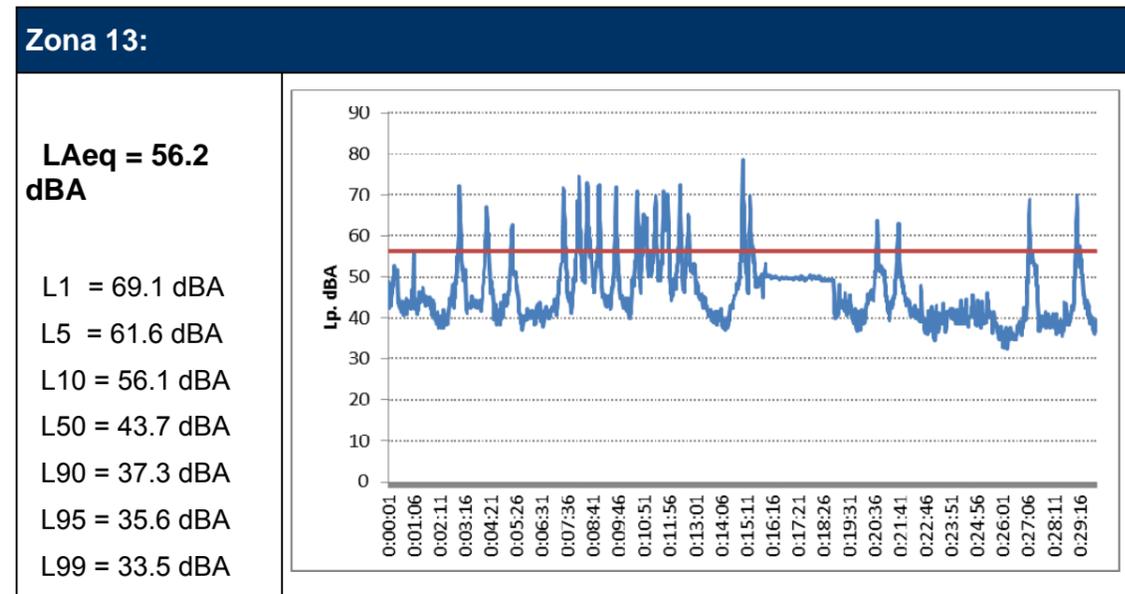
4.3.12. Zona de medición 12 (Hiriberri)



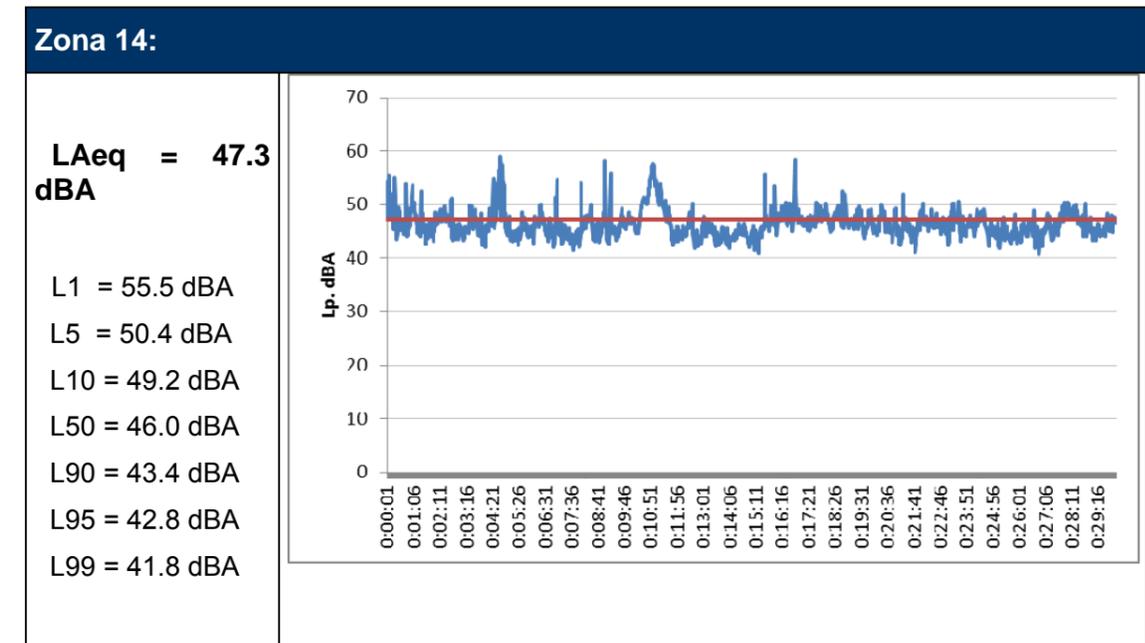
4.3.13. Zona de medición 13 (Uhart Arakil / Itxesi)



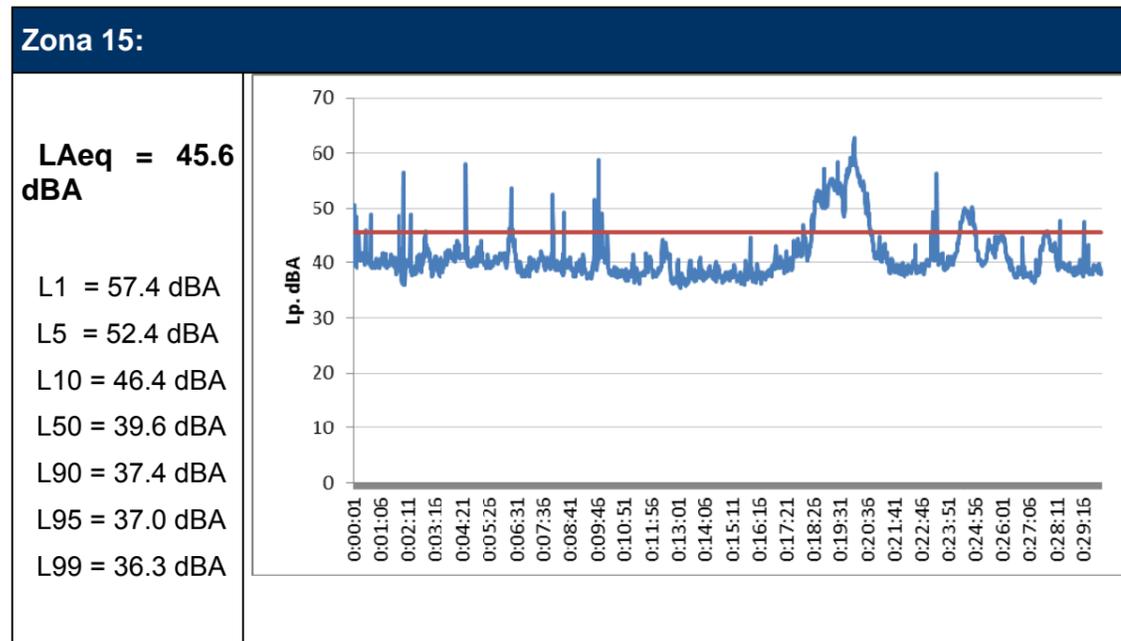
4.3.14. Zona de medición 14 (Cerio)



4.3.15. Zona de medición 15 (Zuhatzu)



4.3.16. Zona de medición 16 (Urritzola)



5. CARACTERÍSTICAS DEL TRÁFICO FERROVIARIO

5.1. SITUACIÓN ACTUAL

Actualmente, la red ferroviaria existente ofrece servicio de viajeros en las cuatro capitales a través de las líneas:

- Zaragoza – Altsasu
- Madrid – Hendaya
- Castejón – Miranda de Ebro – Bilbao

La línea existente entre Pamplona y Altsasu es una vía única, al igual que los tramos Castejón – Miranda de Ebro – Orduña. La línea Madrid – Hendaya y el tramo Orduña Bilbao son vía doble. Todas presentan ancho ibérico.

Las relaciones existentes entre la ciudad de Pamplona y las tres capitales vascas en un día de máximo tránsito, a fecha de redacción de este documento, son las siguientes:

Origen: Pamplona Destino: Vitoria / Gasteiz

- 4 Expresos regionales.
- 1 Media distancia
- 1 Intercity
- 2 Alvia

Origen: Vitoria / Gasteiz Destino: Pamplona

- 4 Expresos regionales.
- 1 Media distancia
- 1 Intercity
- 2 Alvia

Origen: Pamplona Destino: San Sebastián / Donostia

- 1 Media distancia
- 1 Intercity
- 3 Alvia

Origen: Pamplona Destino: Bilbao-Abando (vía Miranda de Ebro)

- 2 Expresos regionales
- 2 Alvia

Origen: Bilbao-Abando Destino: Pamplona (vía Miranda de Ebro)

- 1 Expresos regionales
- 2 Alvia

La siguiente figura muestra las velocidades máximas previstas en la red actual.



VELOCIDADES MÁXIMAS PERMITIDAS

Fuente: CIRTRA 2013. Dirección General de Desarrollo Infraestructura (ADIF)

5.2. SITUACIÓN FUTURA PREVISTA

5.2.1. Relaciones Bilbao

Según este cálculo, los servicios con origen/destino Bilbao que circularían por el corredor Cantábrico – Mediterráneo serían los correspondientes a las relaciones con Navarra (5), con Cataluña (6), y con Levante (1), resultando un total de 12 relaciones día/sentido.

5.2.2. Relaciones Y vasca

El estudio funcional del presente Estudio Informativo contempla diferentes escenarios con respecto a la Y vasca, con sus respectivos servicios asociados. A continuación se muestran los servicios de pasajeros medios diarios por sentidos en la línea de Alta Velocidad Vitoria-Bilbao – San Sebastián.

Servicio DÍA/SENTIDO	2017	2020	2030
Madrid-Bilbao	5	9	10
Madrid-San Sebastián	4	6	7
Bilbao-Vitoria	9	10	12
Bilbao-San Sebastián	8	9	10
Vitoria-San Sebastián	6	7	7
Barcelona-Bilbao	3	4	5
Barcelona-San Sebastián	2	2	2
Bilbao-Galicia	1	1	1
San Sebastián-Galicia	1	1	1
Bilbao-Asturias	1	1	1
San Sebastián-Asturias	1	1	1
Lisboa-Hendaya	1	1	1
Madrid-París	2	3	8
Bilbao-París	1	1	4
Pamplona-Bilbao			5
Pamplona-San Sebastián			10

*Sombreados en azul los servicios de media distancia

Los servicios de mercancías que circularán por la Y vasca se presentan en las siguientes tablas:

Escenario Estudio Vitoria-Dax	Escenario Estudio Y-Vasca	Trenes mercancías/día Y-Vasca 2020	Trenes mercancías/día Y-Vasca 2030
Referencia	Proyecto (2020-2029)	17	
Proyecto	Proyecto (a partir de 2030)		27

A los que hay que sumar los servicios mercancías de la autopista ferroviaria:

Año	Trenes AF/día Y-Vasca	Trenes AF/año Y-Vasca
2020	13	3,900

5.2.3. Sumario de circulaciones previstas

A la luz de lo expuesto en las dos secciones anteriores, se estima un tráfico futuro máximo, a largo plazo, con las siguientes características:

- Pasajeros: 27 por sentido.
- Mercancías: 40 por sentido.

Las velocidades medias estimadas en las simulaciones de marcha expuestas en el Anejo 5 (Estudio Funcional) para las circulaciones de pasajeros se muestran en la tabla 5.2.3.1. Para las unidades de mercancías se asume una velocidad media de 100 Km/h.

Recorrido	Velocidad media (km/h) - VIAJEROS		
	ALTERNATIVA		
	H	V	D+V
Pamplona-Vitoria	207	176	161
Pamplona-San Sebastián	180	217	199
Pamplona-Abando (Bilbao)	189	214	196

Se indican en negrita los valores mayores en cada recorrido

Tabla 5.2.3.1: Velocidades medias estimadas en las simulaciones de marcha para unidades de pasajeros reportadas en el Estudio Funcional.

Las simulaciones de trenes de pasajeros se han realizado con el material rodante AVE S-104. La **serie 104 de Renfe** es una serie de trenes adquiridos para ofrecer el servicio Renfe Avant de Renfe Operadora, o lo que es lo mismo, servicios de alta velocidad de media distancia o regionales, que antes se denominaban Lanzaderas AVE. Pertenecen a la familia de trenes *Pendolino* desarrollados por la italiana Fiat Ferroviaria y han sido fabricados entre Alstom y CAF. A nivel de emisión acústica y vibratoria, son comparables a las unidades S-120 de ancho variable y tracción distribuida fabricadas por CAF, la cuales actualmente prestan el servicio ALVIA. Las figuras siguientes muestran los gráficos de marcha para las diferentes alternativas de trazado, con la velocidad prevista en cada uno de los PPKK.

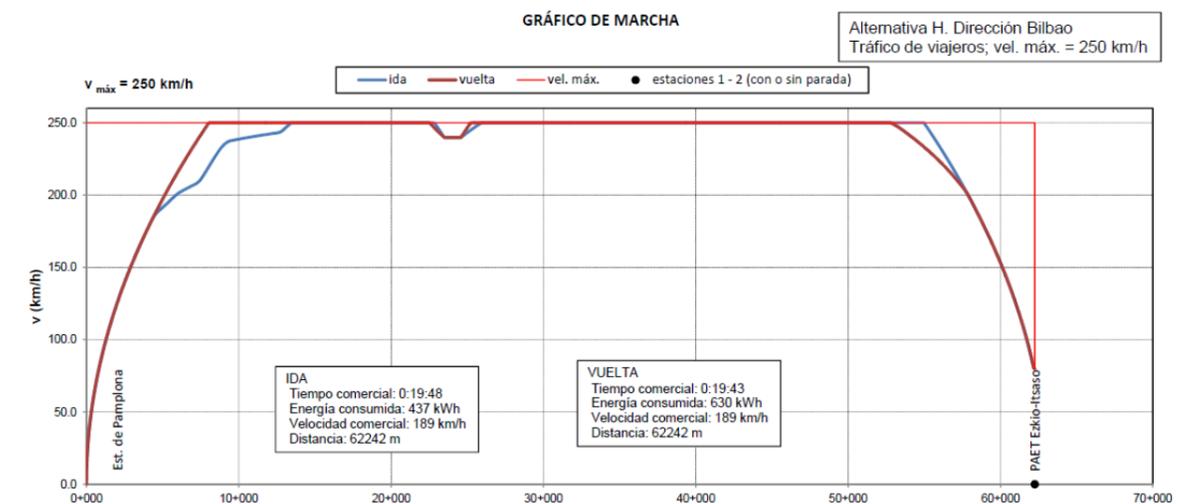


Figura 5.2.3.1: Gráfico de marcha para las circulaciones de pasajeros en la alternativa H

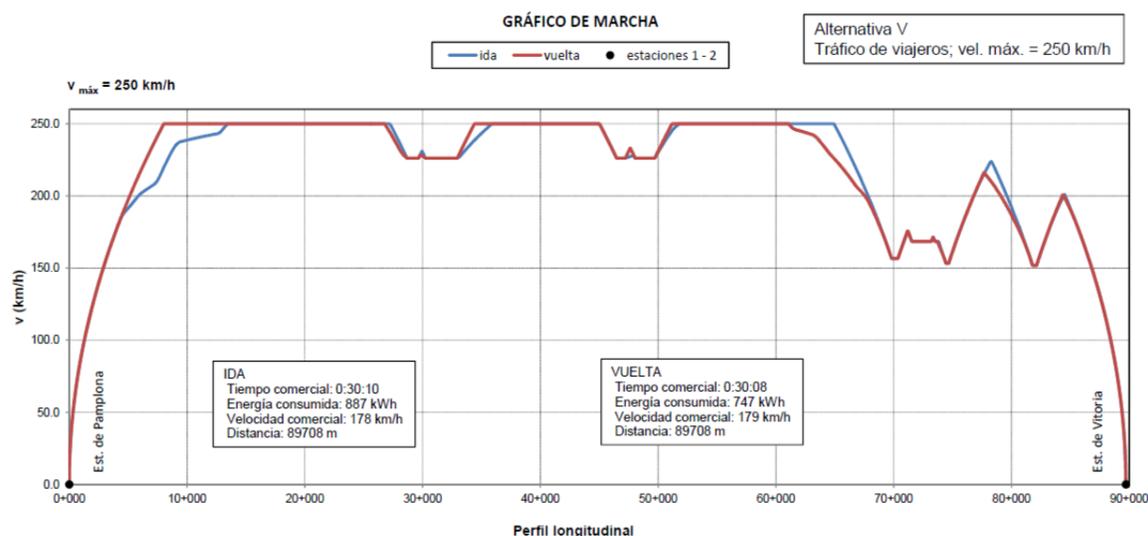


Figura 5.2.3.2: Gráfico de marcha para las circulaciones de pasajeros en la alternativa V

6. PREVISIÓN DE IMPACTO ACÚSTICO FUTURO

Los niveles de ruido emitidos en el futuro por las circulaciones ferroviarias (asumido un correcto mantenimiento del estado del contacto rueda-raíl) dependerán fundamentalmente de la tipología de las diferentes unidades móviles en la línea, su peso por eje y la velocidad de paso.

En la previsión de impacto acústico futuro, y teniendo en cuenta el alcance del presente estudio informativo, se ha seguido una aproximación en dos etapas:

- Un primer estudio simplificado utilizando el llamado método francés del CETUR.
- Estudios puntuales de detalle en los receptores más críticos identificados en el paso anterior. Estos estudios de detalle se llevarán a cabo utilizando el llamado método holandés SRM II. Para ello, se utilizarán una aplicación

específica de modelización acústica tridimensional que implementa el mencionado método SRM II.

6.1. ESTUDIO ACÚSTICO GENERAL SEGÚN MÉTODO DEL INRETS-CETUR

6.1.1. Descripción del método

La metodología francesa del INRETS-CETUR propone, para obtener el Leq en ponderación A sobre un período de tiempo T, lo siguiente:

- Agrupar el número de trenes que pasan según categorías.
- Calcular para cada tipo de tren, el nivel máximo de ruido (Lmax) en función de la velocidad y de la distancia del receptor al eje de la vía.
- Calcular el Leq con ponderación A, por categoría, en función del Lmax y del tiempo de exposición para el período de observación T.
- Tomar en consideración el número de circulaciones de trenes para cada categoría, que circulan por la vía en estudio durante el período T, para obtener el Leq que corresponde a cada categoría.

Sumar los niveles sonoros debidos a las diferentes categorías de trenes que circulan durante el período T considerado.

El cálculo del nivel de ruido máximo (Lmax) en un receptor situado a una distancia d se obtiene por la expresión:

$$L_{max} = L_0 - K_0 \cdot \log(d/d_0) + K_v \cdot \log(V/V_0) - K_d - K_p$$

En la que:

- L0: nivel sonoro de referencia emitido por un tren de un tipo determinado, circulando a la velocidad V0, percibido por un receptor situado a una distancia d0
- K0: coeficiente multiplicador que depende de la longitud del tren

- d: distancia entre el receptor y el eje de la vía en metros
- d0: distancia de referencia en metros
- Kv: coeficiente multiplicador de la velocidad
- V: velocidad del tren expresada en Km/h
- V0: velocidad del tren que emite un nivel L0 a una distancia d0
- Kd: corrección debida a la directividad
- Kp: atenuación por efecto de apantallamiento del terreno, obstáculos, pantallas acústicas, etc.

Esta ley es aplicable de manera satisfactoria hasta 250 metros de la vía, para velocidades comprendidas entre 40 y 300 Km/h y circulación en campo abierto por raíles colocados sobre traviesas de hormigón y balasto. Más allá de estos 250 metros, la influencia de otros factores resulta más apreciable y el modelo pierde su idoneidad, así mismo, el ruido ambiente toma importancia creciente y siempre resulta preciso tomarlo, además, en consideración.

El nivel de referencia L_0 es difícil de fijar, dada la gran cantidad de factores que influyen. En efecto, a una velocidad dada y para un mismo tipo de tren, este nivel puede variar en ± 5 dB(arriba) según el estado del material o el estado de la vía.

Como referencia respecto lo valores del parámetro L_0 , se han tomado los valores disponibles en la base de datos de A-Tech, Acoustic Technologies de Bruselas, confeccionada tras una extensa experiencia en la redacción de estudios de impacto acústico de ferrocarriles y especialmente de Alta Velocidad, así como datos procedentes de campañas de mediciones acústicas realizadas por SENER en las que se midieron los niveles de emisión de ruido originado por la circulación de diferentes tipos de trenes.

El valor de L_0 se ha fijado en 85 dB(arriba).

El valor de K_v se ha fijado experimentalmente en 30. Con respecto al coeficiente K_0 , éste depende de la longitud del tren y tiene un valor próximo a 10 cuando el tren es

largo y a 20 cuando es corto. A efectos de cálculo pueden considerarse los valores mostrados en la tabla 6.1.1

TIPO DE TREN	K_0
T.G.V. / A.V.E.	15
Talgo / Intercity	15
Rápidos y Expresos	12-15
Cercanías	17-18
Mercancías	10-12-15
Automotor	20
Máquinas aisladas	20

Tabla 6.1.1: Valores del coeficiente K_0 según el tipo de tren

El coeficiente K_d expresa la disminución del nivel sonoro debido al efecto pantalla que produce el chasis de los vagones. Esta disminución aparece para valores de ángulo superiores a 30° respecto a la horizontal y responde a la fórmula empírica:

$$K_d = \Delta(\alpha) = A\alpha + B \quad (\text{con el parámetro } \alpha \text{ expresado en grados})$$

$\Delta(\alpha)$ es la disminución en dB(arriba) que corresponde a K_d y los coeficientes A y B se han determinado experimentalmente tras haber realizado un gran número de medidas in situ con diferentes tipos de trenes, fijándose en:

$$A = 0,15 \text{ y } B = - 4,5$$

Este tipo de corrección, que afecta al ruido de rodadura, perderá relevancia a medida que el ruido de otras fuentes, como por ejemplo el rozamiento aerodinámico para altas velocidades, adquiera preponderancia. Por ello y a fin de quedar del lado de la seguridad, prefiriendo un cierto error por exceso en los cálculos, se tomará en consideración para el presente estudio un ángulo de 35° .

Para calcular el nivel continuo equivalente LAeq correspondiente al paso de un tren, la metodología francesa propone la fórmula:

$$L_{Aeq} = 10 \log \left[\frac{t}{T} 10^{\left(\frac{L_{max}}{10} \right)} \right]$$

En la que:

t = tiempo de exposición en segundos.

T = período en segundos, para el que se desea calcular el nivel continuo equivalente.

Lmax = nivel sonoro máximo al paso del tren.

Definiendo el tiempo de exposición queda definido por acuerdo, como el tiempo durante el cual se percibe un nivel sonoro al menos igual que el nivel máximo disminuido en 10 dB(arriba) y será función de la longitud del tren y de su velocidad según la fórmula:

$$t = \frac{3,6 \cdot l}{V} + \frac{6 \cdot d}{100}$$

En la que:

l = longitud del tren en metros

V = velocidad del tren en Km/h

d = distancia de la vía al receptor en metros.

Una vez calculado el nivel LAeq correspondiente al paso de un tren, se calcula el Leq correspondiente al paso de N trenes de la misma categoría durante el período T mediante la expresión:

$$LAeq(N \text{ trenes}) = LAeq(\text{un tren}) + 10 \log N$$

Si en el período T considerado circularan varias categorías o tipos de trenes, el nivel continuo equivalente resultante LAeq sería:

$$L_{Aeq} = 10 \cdot \log \sum_{i=1}^I 10^{L_{Aeq,i} / 10}$$

Este será el LAeq correspondiente al período de tiempo T considerado para puntos situados en campo libre.

A partir de la potencia acústica considerada para cada tipo de tren se ha realizado el reparto logarítmico en las seis bandas de octava de 125 Hz a 4000 Hz según el espectro de ruido de tráfico ferroviario considerado.

6.1.2. Resultados alternativa H

La tabla 6.1.2.1 muestra los resultados obtenidos utilizando el método del INRETS-CETUR para la alternativa H. Esta alternativa es la más directa, discurre evitando núcleos grandes de población y cuenta con una buena parte de trazado en túnel, por lo que el nivel de afección acústica es el menor entre las analizadas. Cabe destacar la afección al monasterio de Zamartze, para la que se deberían contemplar contramedidas eficaces. Se ha señalado asimismo la afección al cementerio de Hiriberri por su clasificación inicial como lugar de uso religioso, aunque debe mencionarse que cementerios pequeños de esta tipología no suelen dotarse en la práctica de protecciones acústicas. La decisión final a este respecto deberá tomarse en la fase de proyecto constructivo. Lo mismo cabe decir para el caso de la vivienda deshabitada (pero no en ruinas) identificada como receptor R43.

Rec	Exceso dB(arriba)	PK	Descripción	Periodos con exceso
R1	-	1+040	Naves en las afueras de Aldaba	
R2	3,0	9+100	Casas y naves en Erroz	23h-7h
R3	-	9+400	Nave en las afueras de Erroz	
R4	-	10+400	Nave en las afueras de Urritzola	
R5	8,7	10+800	Iglesia y sacristía de Urritzola	7h-23h, 23h-7h, 21h-23h
R8	-	16+100	Naves afueras Hiriberri	
R7	7,0	16+160	Cementerio en Hiriberri	7h-23h, 23h-7h, 21h-23h
R33	-	13+000	Gasolinera y bar/restaurante	
R34	0,8	15+900	Casas y naves al norte de Villanueva	23h-7h
R35	-	20+600	Naves al norte de Irañeta	
R36	7,8	21+500	Monasterio de Zamartze y naves	7h-23h, 23h-7h, 21h-23h
R37	-	24+050	Naves al norte de Arruazu	
R38	-	24+450	Nave aislada al norte de Arruazu	
R39	-	25+150	Casa abandonada	23h-7h
R40	(túnel)	25+800	Naves dispersas al norte de Lakuntza	
R41	(túnel)	26+500	Naves industriales al norte de Lakuntza	
R45	(túnel)	47+000	Caserío en Idiazábal	
R46	(túnel)	48+000	Caseríos dispersos al norte de Idiazábal	
R47	(túnel)	51+100	Caserío en camino Salvatore Auzoa	
R48	(túnel)	52+150	Caserío aislado al norte de Ormaiztegi	
R49	12,1	54+300	Caseríos junto a la conexión con Y vasca	7h-23h, 23h-7h, 21h-23h

Tabla 6.1.3.1: Resultados obtenidos en la variante H mediante la aplicación del método del INRETS-CETUR

6.1.3. Resultados alternativa V

La tabla 6.1.4.1 muestra los resultados obtenidos utilizando el método del INRETS-CETUR para la alternativa V. Pese a que evita los grandes núcleos, esta variante pasa relativamente cerca de un número de aldeas pequeñas, a las cuales afecta acústicamente. Esta afección es a pesar de ello relativamente baja. Al igual que en el caso de la alternativa H, se incluyen dos pequeños cementerios entre los receptores afectados (cementerios de Andoin y Oreitia). Al igual que en ese caso, la decisión final sobre si proteger o no a este receptor se tomará en fase de proyecto constructivo.

Rec	Exceso dB(arriba)	PK	Descripción	Periodos con exceso
R1	-	1+040	Naves en las afueras de Aldaba	
R2	3,0	9+100	Casas y naves en Erroz	23h-7h
R3	-	9+400	Nave en las afueras de Erroz	
R4	-	10+400	Nave en las afueras de Urritzola	
R5	8,7	10+800	Iglesia y sacristía de Urritzola	7h-23h, 23h-7h, 21h-23h
R6	-	14+100	Aldea de Zuhatzu	
R8	-	17+300	Granjas en las afueras de Ihabar	
R9	-	17+700	Nave en las afueras de Ihabar	
R10	-	20+750	Nave cerca de Uharte-Arakil	
R11	-	21+400	Granja al sur de Uharte-Arakil	
R12	10,4	22+000	Viviendas y complejo deportivo Itxesi	Lmax, 7h-23h, 23h-7h, 21h-23h
R13	-	23+000	Granjas y naves entre Uharte y Arruazu	
R14	-	27+300	Granjas y naves al sur de Arbizu	
R15	-	27+600	Granjas y naves junto carretera NA7100	
R16	-	28+400	Naves industriales	
R17	16,7	29+400	Casa y naves (Iñurribide)	Lmax, 7h-23h, 23h-7h, 7h-21h, 21h-23h
R18	-	30+300	Naves en Arluzepe kalea	

Rec	Exceso dB(arriba)	PK	Descripción	Periodos con exceso
R19	-	30+850	Nave aislada	
R20	11,9	33+600	Casas en Barrenkale	Lmax, 7h-23h, 23h-7h, 7h-21h, 21h-23h
R21	-	34+900	Nave uso agrícola	
R22	11,7	36+000	Caserío y naves	Lmax, 7h-23h, 23h-7h, 7h-21h, 21h-23h
R23	2,2	37+550	Casas e industria junto autovía en Alsasua	23h-7h
R24	-	40+900	Nave en Ardantzea Bidea	
R25	10,4	41+500	Viviendas al sur de Olazagutia	Lmax, 7h-23h, 23h-7h, 21h-23h
R26	11,1	41+900	Casas de campo con huerto	Lmax, 7h-23h, 23h-7h, 7h-21h, 21h-23h
R27	-	45+000	Gasolinera y oficinas	
R28	14,6	47+800	Cementerio en Andoin	Lmax, 7h-23h, 23h-7h, 7h-21h, 21h-23h
R29	3,5	48+500	Aldea de Iburguren	23h-7h
R30	5,6	49+850	Aldeas de Urabain y Durruma	23h-7h
R31	-	52+300	Naves industriales en la A-3138	
R32	-	59+000	Nave agropecuaria aislada	
R42	-	33+550	Casas y naves industriales al norte de Bakaiku	
R43	-	36+150	Naves y depuradora al norte de Urdiain	
R44	-	44+500	Hotel-Restaurante abandonado	
R51	-	68+000	Polígono industrial en Dulantzi	
R52	8,7	68+500	Viviendas junto estación Dulantzi	Lmax, 7h-23h, 23h-7h, 21h-23h
R53	-	69+200	Fábrica de tubos en Dulantzi	
R54	16,7	70+600	Ermita y casas en Elburgo	Lmax, 7h-23h, 23h-7h, 7h-21h, 21h-23h
R55	2,8	71+000	Viviendas en Elburgo	23h-7h
R56	13,7	72+400	Cementerio y viviendas en Oreitia	Lmax, 7h-23h, 23h-7h, 7h-21h, 21h-23h

Tabla 6.1.4.1: Resultados obtenidos en la variante V mediante la aplicación del método del INRETS-CETUR

6.2. ESTUDIOS ACÚSTICOS DE DETALLE SEGÚN MÉTODO SRM II

6.2.1. Descripción del método

Para las tareas de modelización acústica tridimensional de detalle, se ha empleado el programa de simulación acústica *CadnaA*, de la compañía *DataKustik*. El modelo de cálculo informático seguido en dichas modelizaciones de detalle es el método holandés SRM II, ampliamente contrastado en trabajos anteriores y que se ajusta bien a las características del tránsito ferroviario español. Adicionalmente, es importante destacar que el método SRM II es el modelo de cálculo que recomienda la Unión Europea en su directiva 2002/49/CE para el estudio del impacto acústico generado por el tránsito ferroviario.

El modelo SRM II dispone de una base de datos acústica con las características de diferentes tipologías de trenes. En Octubre de 2006, y como paso previo a la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido de los Grandes Ejes Ferroviarios, el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) realizó, por petición del Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF), un informe técnico titulado: "Estudios relacionados con la elaboración de mapas estratégicos de ruido de los grandes ejes ferroviarios", donde se ajustaron las diferentes tipologías de trenes españoles al modelo holandés de cálculo. En la tabla 6.2.1 se muestran las tablas de resultados de dicho estudio, en las que se identifica cada tipo de tren español a la categoría acústica del método holandés, indicándose el número de coches y la velocidad máxima a considerar.

CERCANÍAS	Frenos	Tipo de motor	Vmax (Km/h)	Número de coches	Categoría acústica
Cercanías serie 440	100% DISCO	Eléctrico	140	3 6	8
Cercanías serie 447	100% DISCO	Eléctrico	120	3 6	8
Cercanías serie 446	100% DISCO	Eléctrico	100	3 6	8
Cercanías serie 450 y serie 451	100% DISCO	Eléctrico	140	6 3	V ≤ 60 Km/h V > 60 Km/h 2 5
Otros cercanías (altura)	100% DISCO	Eléctrico	Variable	3 6	8
CIVIA	100% DISCO	Eléctrico	120*	5	8

*Puede alcanzar 160 Km/h.

REGIONALES	Frenos	Tipo de motor	Vmax (Km/h)	Número de coches	Categoría acústica
Regional diesel	100% DISCO	Diesel	120	3 6	8
Regional eléctrico	100% DISCO	Eléctrico	140-160	3 6	8

MERCANCIAS	Frenos	Tipo de motor	Vmax (Km/h)	Número de vagones	Categoría acústica
Mercancías	10% DISCO 90%ZAPATA	Eléctrico Diesel	100	Variable	V ≤ 70 Km/h V > 70 Km/h 4 5

LARGO RECORRIDO (Denominación del producto comercial)	Frenos	Tipo de motor	Vmax (Km/h)	Número de coches	Categoría acústica
Alaris	100% DISCO	Eléctrico	220	3	9A
Altaria	100% DISCO	Eléctrico Diesel	220	Variable	9B
Alvia	100% DISCO	Eléctrico	220	4+2UT	8
Arco	100% DISCO	Eléctrico	200	4 coches	9A
Euromed	100% DISCO	Eléctrico	220	2M+8R	8
Intercity	100% DISCO	Eléctrico	160	Variable	8
Otros Talgos	100% DISCO	Eléctrico Diesel	180-200	Variable	8
Estrella (Asignación cualitativa)	90%DISCO 10%ZAPATA	Eléctrico Diesel	140-160	Variable	8
Diurno (Asignación cualitativa)	100%DISCO	Eléctrico	160	Variable	8
AVE	100%DISCO	Eléctrico	300	M - 8R - M	9B

Tabla 6.2.1: Asignación de los trenes españoles a las categorías de trenes del modelo holandés, según el estudio específico realizado por el CEDEX.

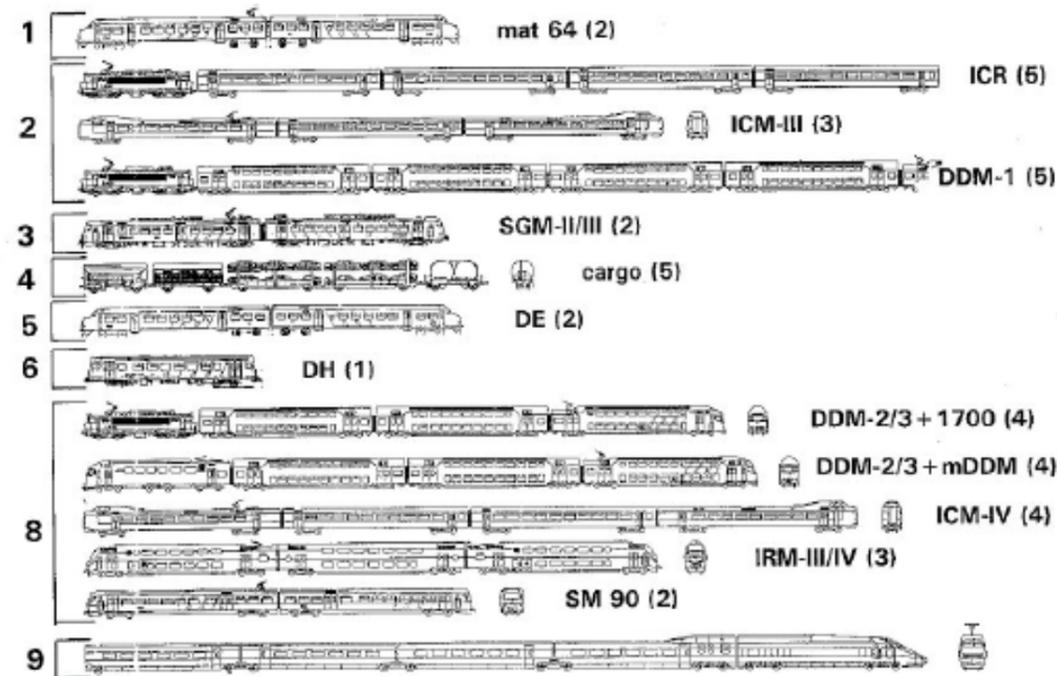


Figura 6.2.1: Tipologías de trenes previstos en el método holandés SRM II

Las simulaciones acústicas realizadas con el programa CadnaA se basan en modelizaciones tridimensionales del terreno, para las cuales es necesario disponer de las correspondientes topografías 3D de la zona, así como de datos espaciales de los edificios, barreras, desmontes, terraplenes, etc. Adicionalmente es necesario disponer de datos sobre diferentes factores que afectan a la transmisión acústica, tales como la meteorología, el tipo de terreno, etc.

Para cada cálculo se han especificado todos los datos de entrada al modelo y los parámetros necesarios para poder definir con precisión los escenarios sobre los que tiene lugar la simulación acústica. A este respecto cabe mencionar los siguientes aspectos:

- Se ha realizado el cálculo del mapa de isófonas a una altura de 4 metros del suelo, tal como se recomienda en el Anexo IV, sección 3.4.1.c) del Real Decreto 1367/2007 de 19 de octubre. Los mapas de isófonas correspondientes a las zonas de interés faunístico han sido calculados, en cambio, a una altura de 1,5 metros, tal como se estipula en la Declaración de Impacto Ambiental aplicable.
- Se han utilizado 2 reflexiones para el cálculo de niveles sonoros, dado que la geometría es suficientemente abierta y las distancias entre edificios relativamente grandes.
- El grado de absorción considerado en las simulaciones realizadas en el presente estudio corresponde a un valor de G=0.2 (suelo ligeramente poroso). Se considera superficie medianamente fono-absorbente bajo la vía (balasto).
- Las edificaciones han sido consideradas como elementos reflectantes para el cálculo del mapa acústico, pero no para el cálculo del ruido de inmisión de acuerdo con el propio concepto de ruido de inmisión. Se ha utilizado un paso de malla menor de 5 metros, a fin de obtener una buena resolución espacial.

Los cálculos se han realizado asumiendo las hipótesis de travesía de cemento sobre balasto y raíles sin discontinuidades.

Del conjunto inicial de receptores candidatos en cada variante, se han descartado inicialmente para la evaluación según el método holandés todos aquellos receptores en los que no se preveía rebase según la estimación de acuerdo con el método francés del INRETS-CETUR. De entre los receptores remanentes, se han estudiado los que se han considerado como más relevantes a partir de sus circunstancias particulares.

En determinados receptores seleccionados para ser estudiados con el método holandés (SRM II) se han realizado cortes transversales, con la finalidad de evaluar verticalmente la transmisión del ruido. Estos cortes son mapas verticales de ruido que permiten analizar la propagación acústica en los ejes r y z, donde r es la dirección perpendicular al eje de la vía y z la vertical. Estos cortes verticales muestran la afectación real de ruido en caso de obstáculos verticales (pantallas, desmontes), permitiendo evaluar la atenuación real de las contramedidas a diferentes alturas en los edificios receptores, lo que facilita la posterior propuesta de planes de actuación. En los cortes transversales queda ilustrada con claridad la situación del emisor, la del receptor y el perfil del terreno entre ellos.

6.2.2. Resultados de la simulación

La figura 6.2.2.1 muestra una segmentación de las zonas adyacentes en los alrededores de las variantes posibles, estableciéndose una numeración para referencia en las ulteriores secciones donde los resultados de las simulaciones tridimensionales mediante CadnaA son presentados. Las zonas no cubiertas a lo largo del trazado mostrado en la figura 6.2.2 corresponden a tramos sin receptores relevantes situados a poca distancia de la vía férrea.

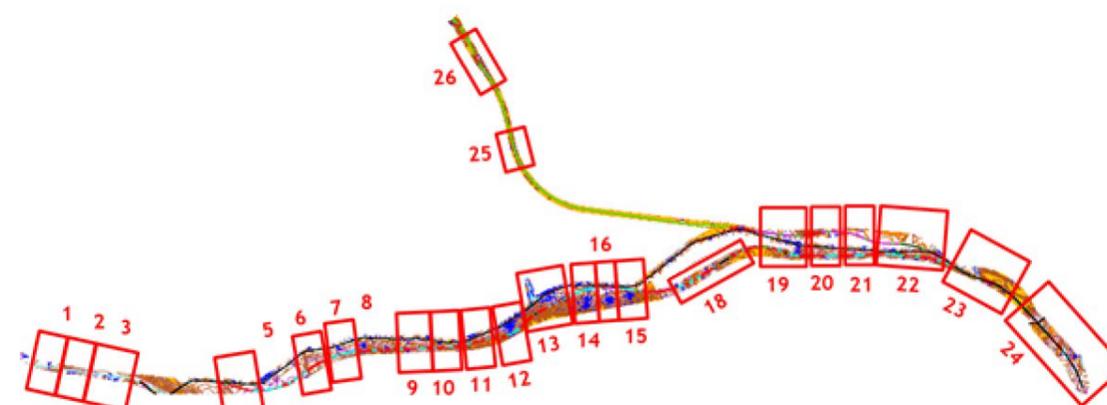


Figura 6.1.3.1: Subtramos estudiados con CadnaA

Las siguientes subsecciones muestran el resultado de la predicción de impacto acústico estimada según el método SRM II en cada una de las zonas y variantes consideradas. La figura 6.2.2.2 muestra la escala de colores correspondiente a los mapas acústicos mostrados en lo sucesivo.

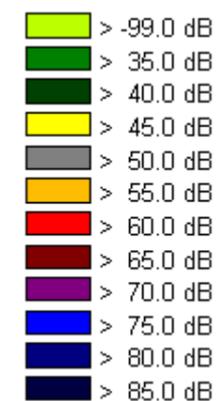


Figura 6.1.3.2: Escala de colores en los mapas acústicos

Alternativa V

Tramo 1

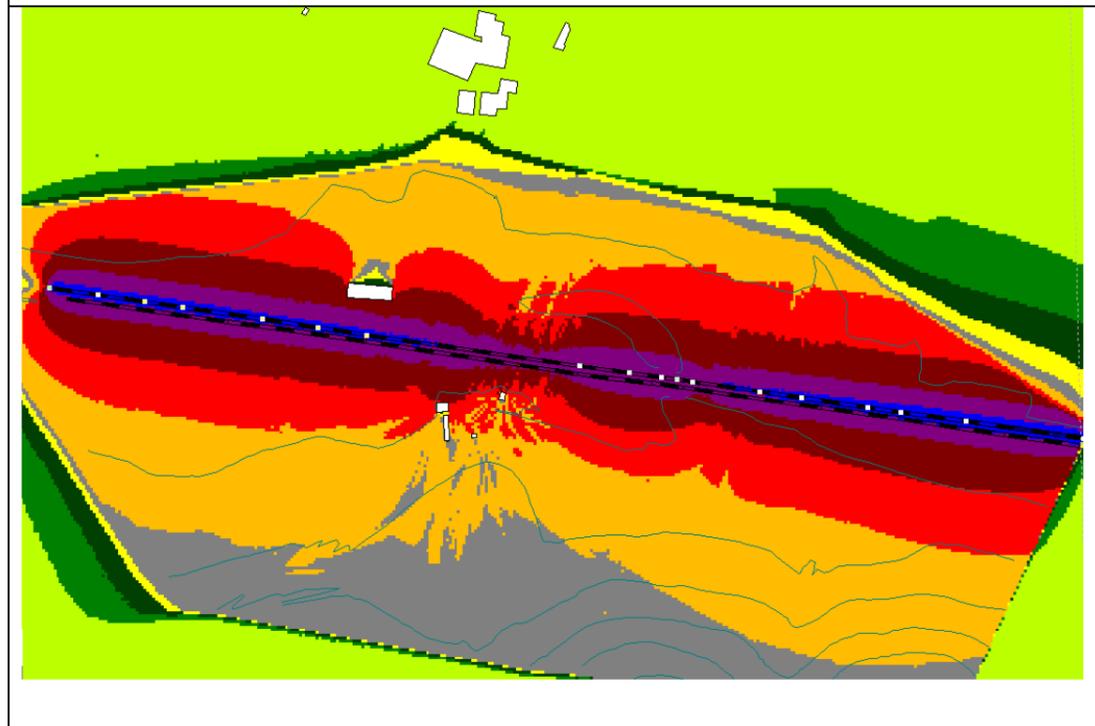
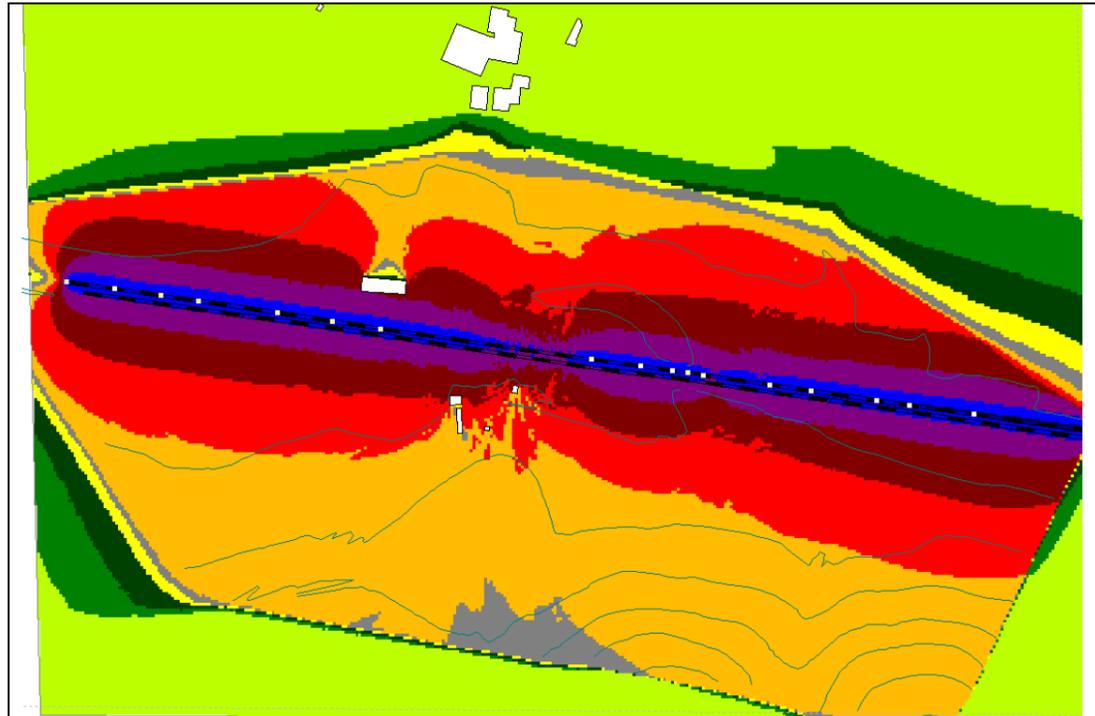


Figura 6.1.3.2.B: Alternativa V, tramo 1, Día (arriba) y Noche (abajo)

Tramo 2

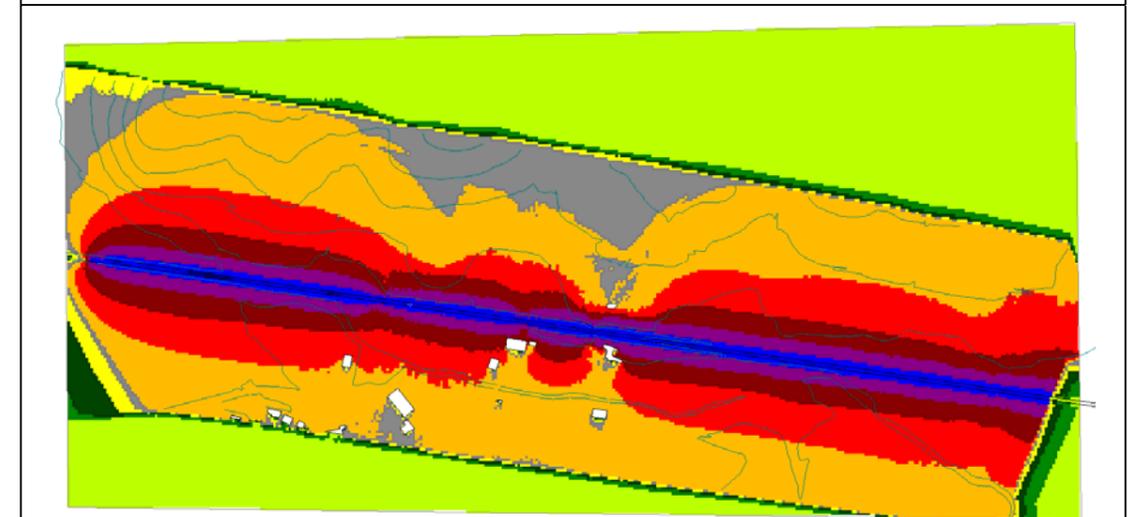
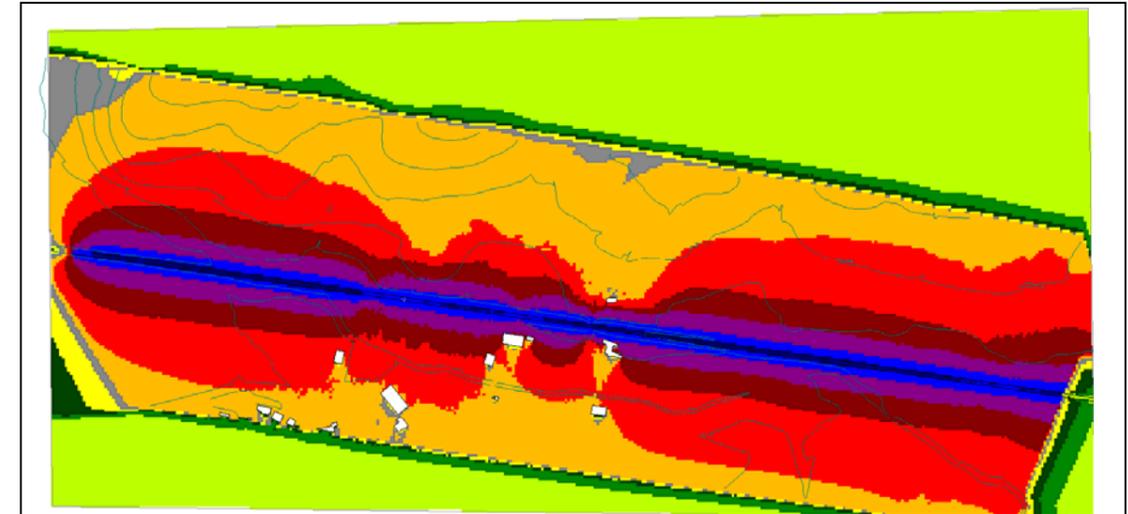


Figura 6.1.3.3.B: Alternativa V, tramo 2, Día (arriba) y Noche (abajo)

Tramo 3

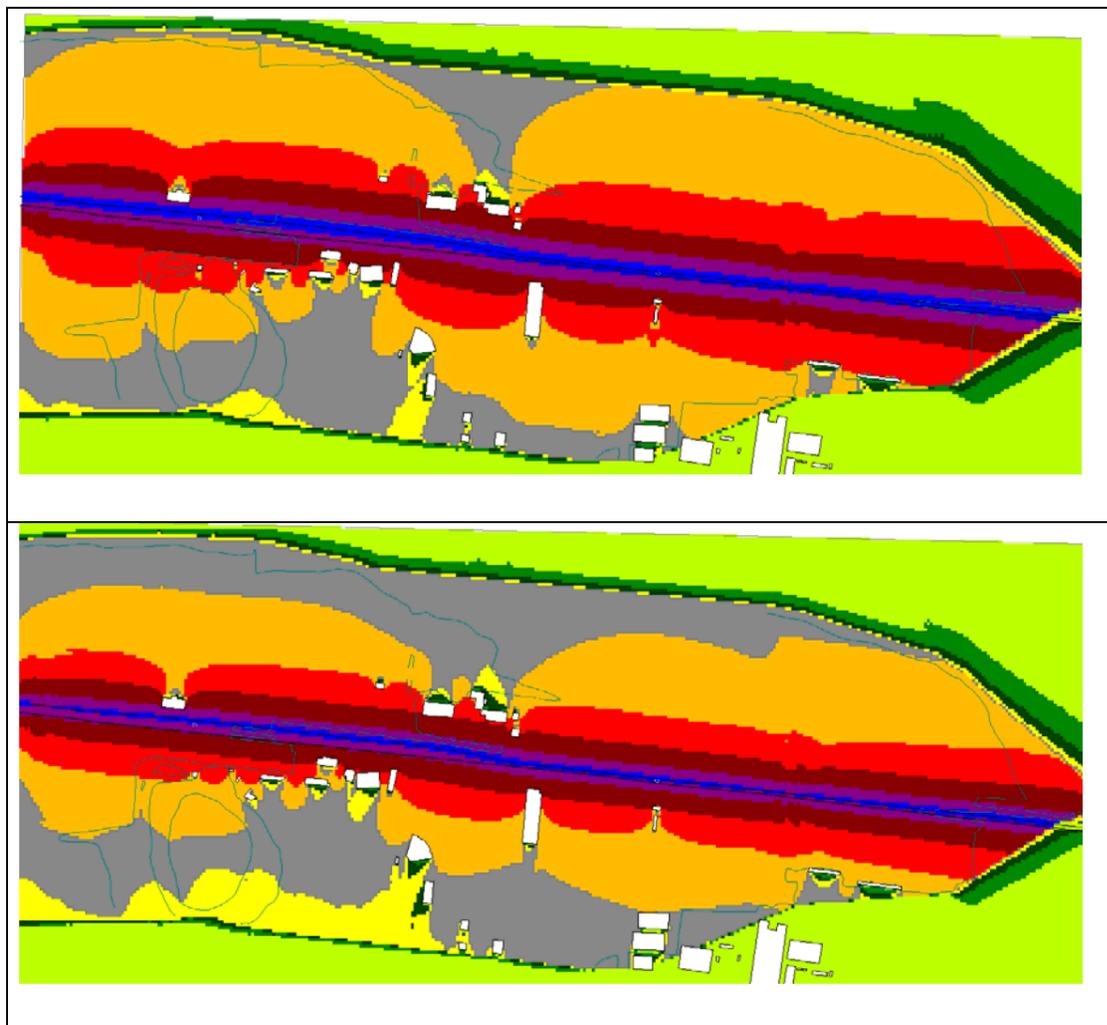


Figura 6.1.3.4.B: Alternativa V, tramo 3, Día (arriba) y Noche (abajo)

Tramo 4

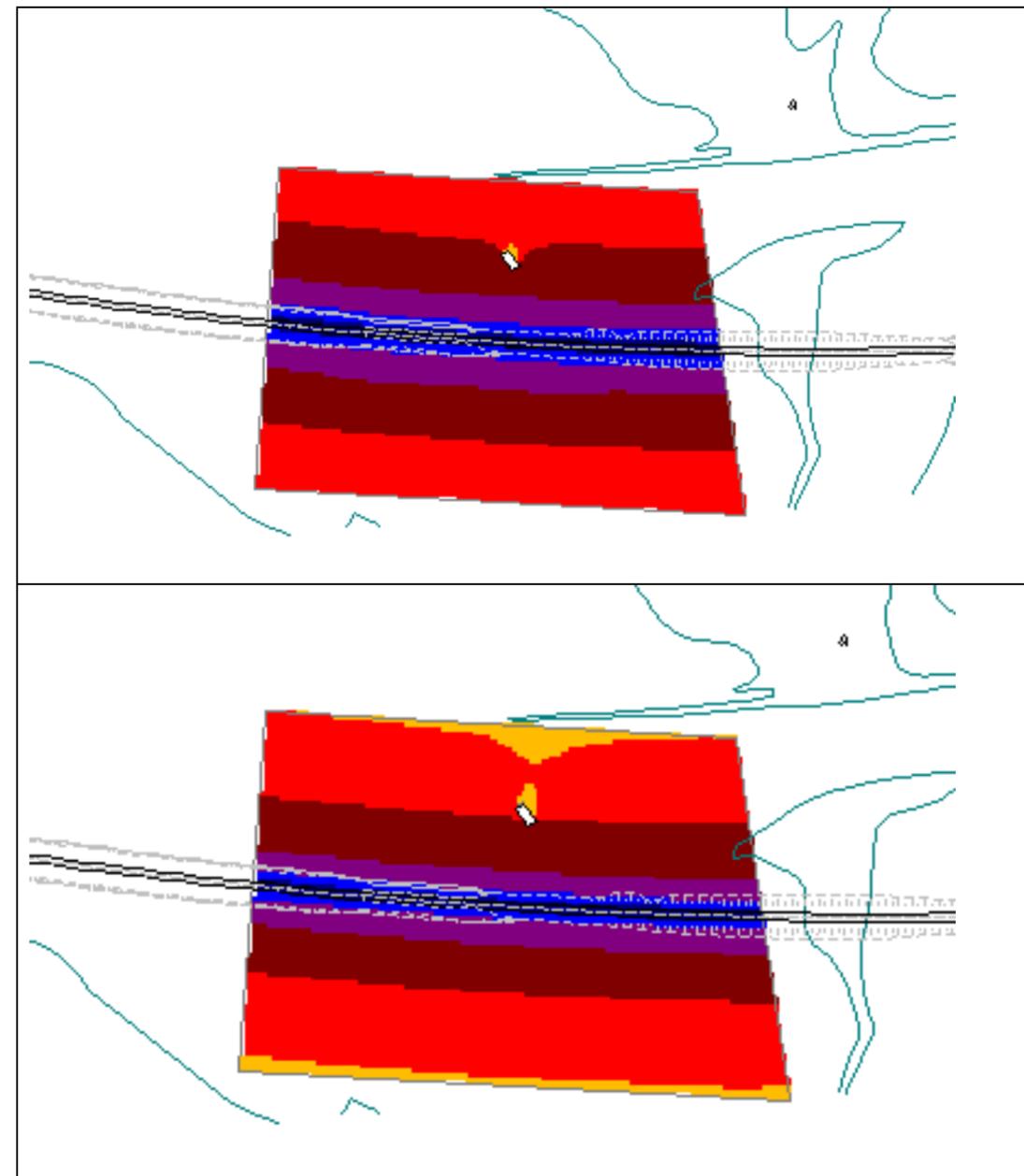


Figura 6.1.3.5.B: Alternativa V, tramo 4, Día (arriba) y Noche (abajo)

Tramo 5

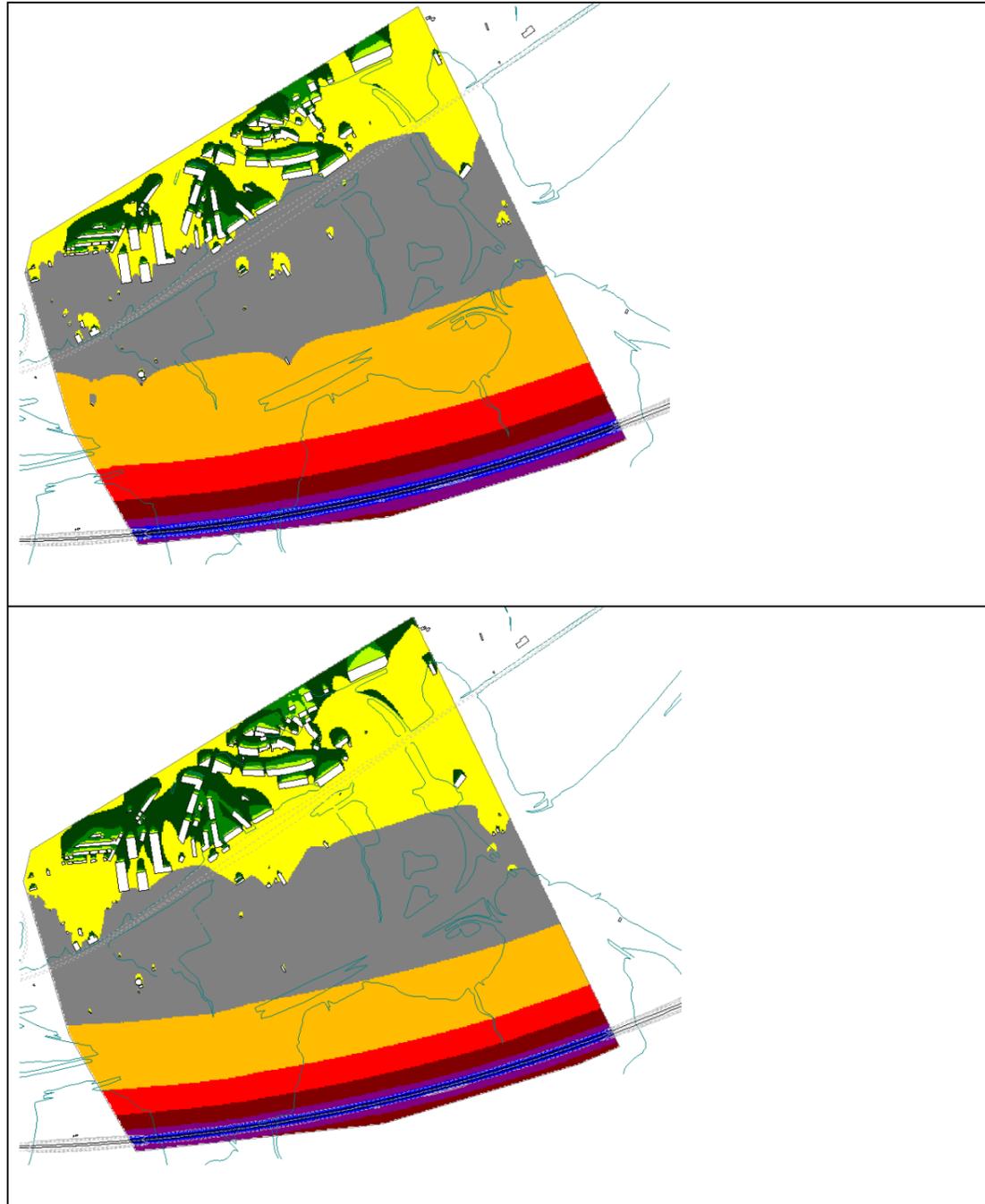


Figura 6.1.3.6.B: Alternativa V, tramo 5, Día (arriba) y Noche (abajo)

Tramo 6

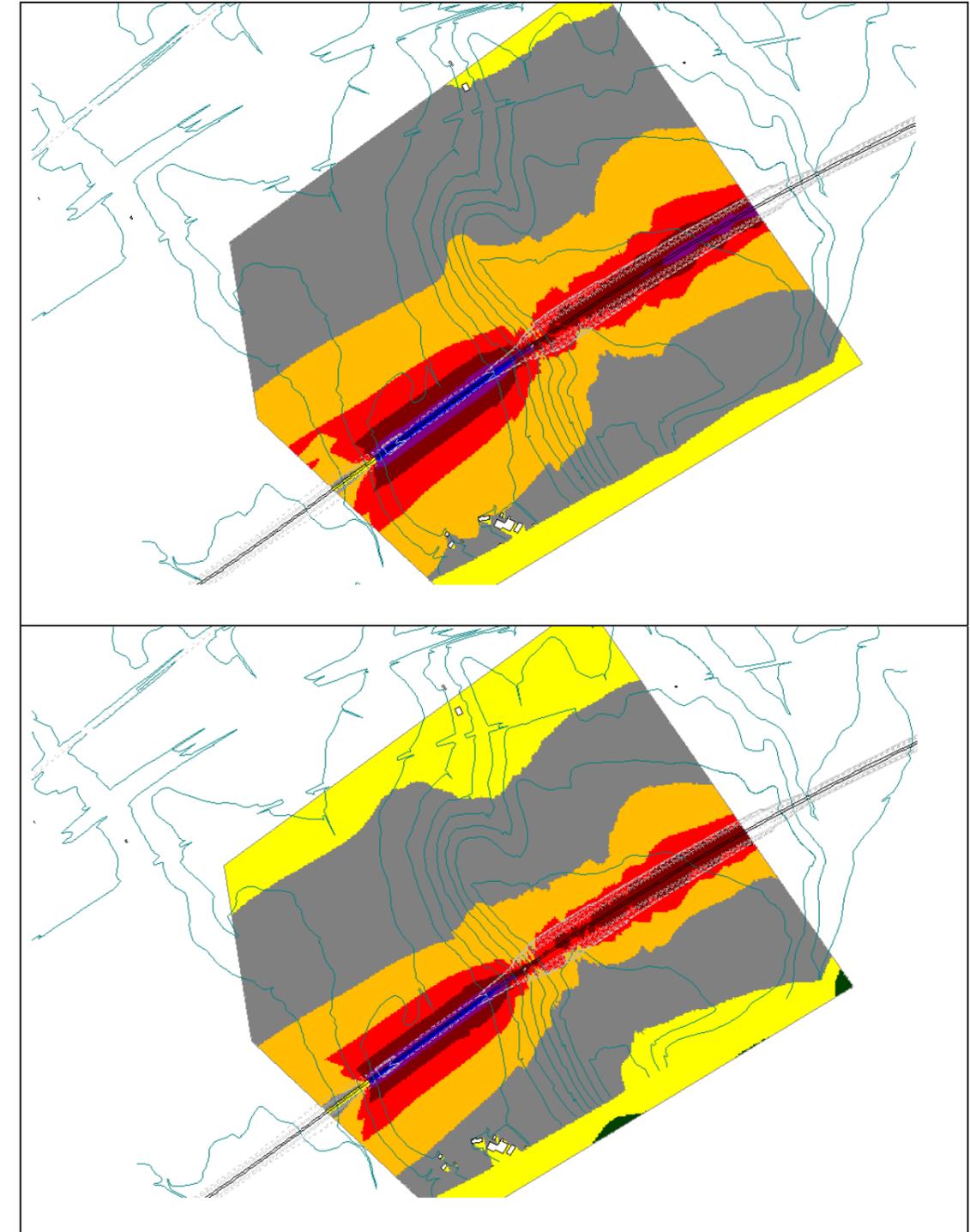


Figura 6.1.3.7.B: Alternativa V, tramo 6, Día (arriba) y Noche (abajo)

Tramo 7

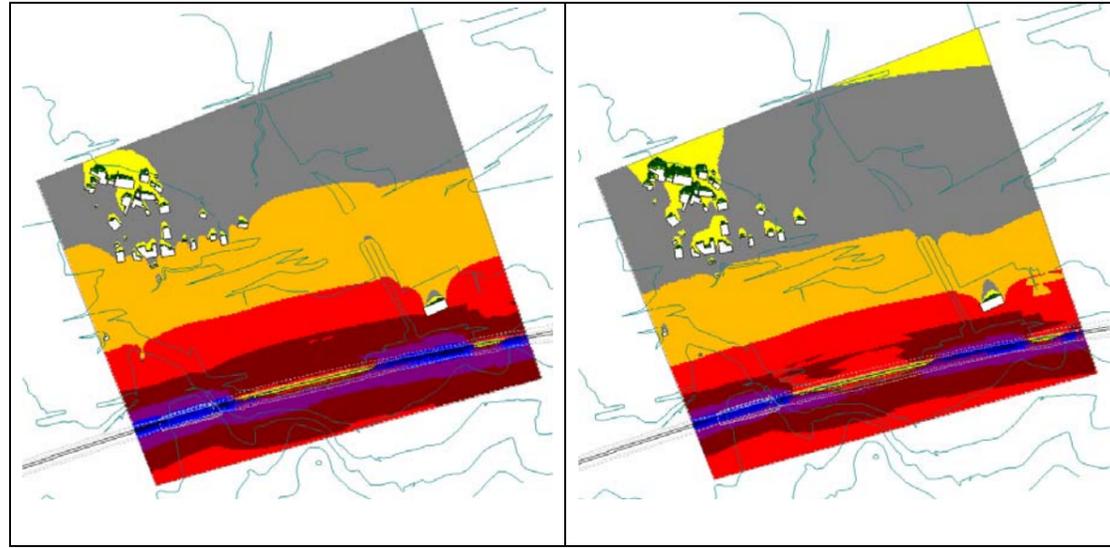


Figura 6.1.3.8.B: Alternativa V, tramo 7, Día (izquierda) y Noche (derecha)

Tramo 9

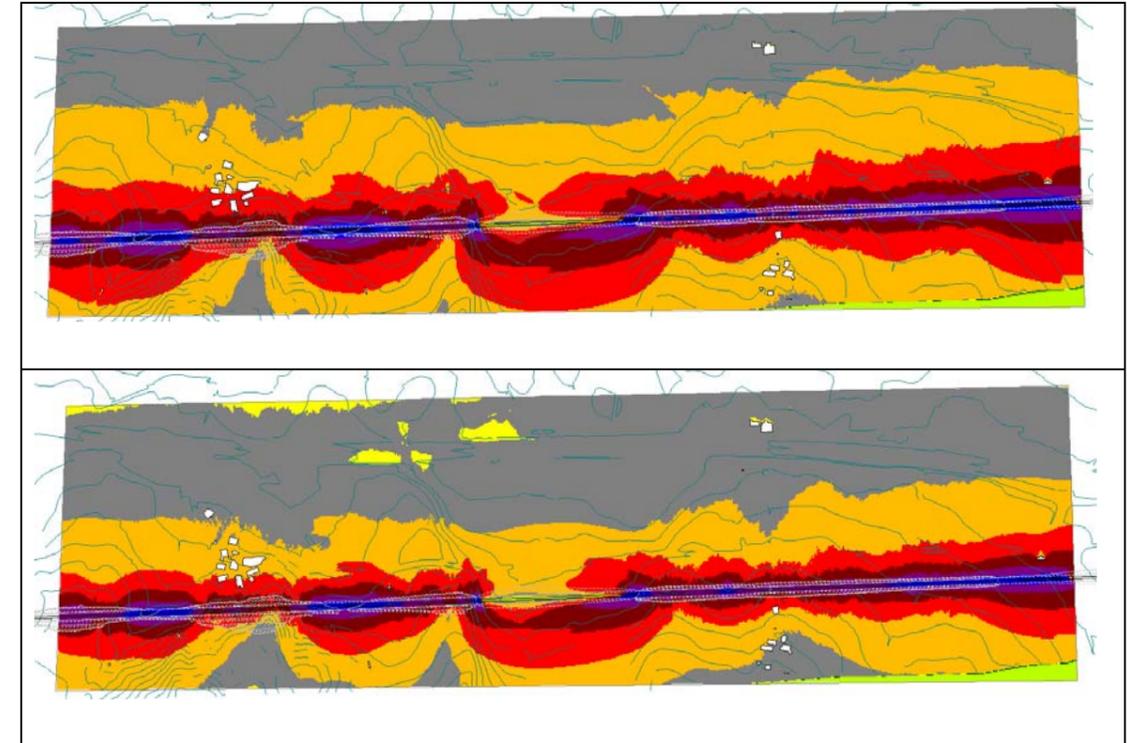


Figura 6.1.3.10.B: Alternativa V, tramo 9, Día (arriba) y Noche (abajo)

Tramo 8

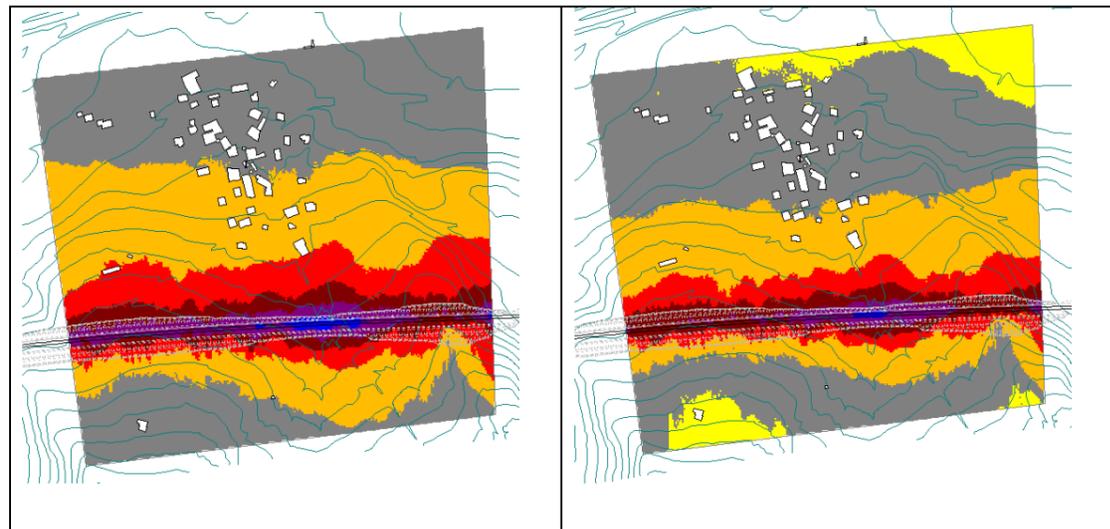


Figura 6.1.3.9.B: Alternativa V, tramo 8, Día (izquierda) y Noche (derecha)

Tramo 10

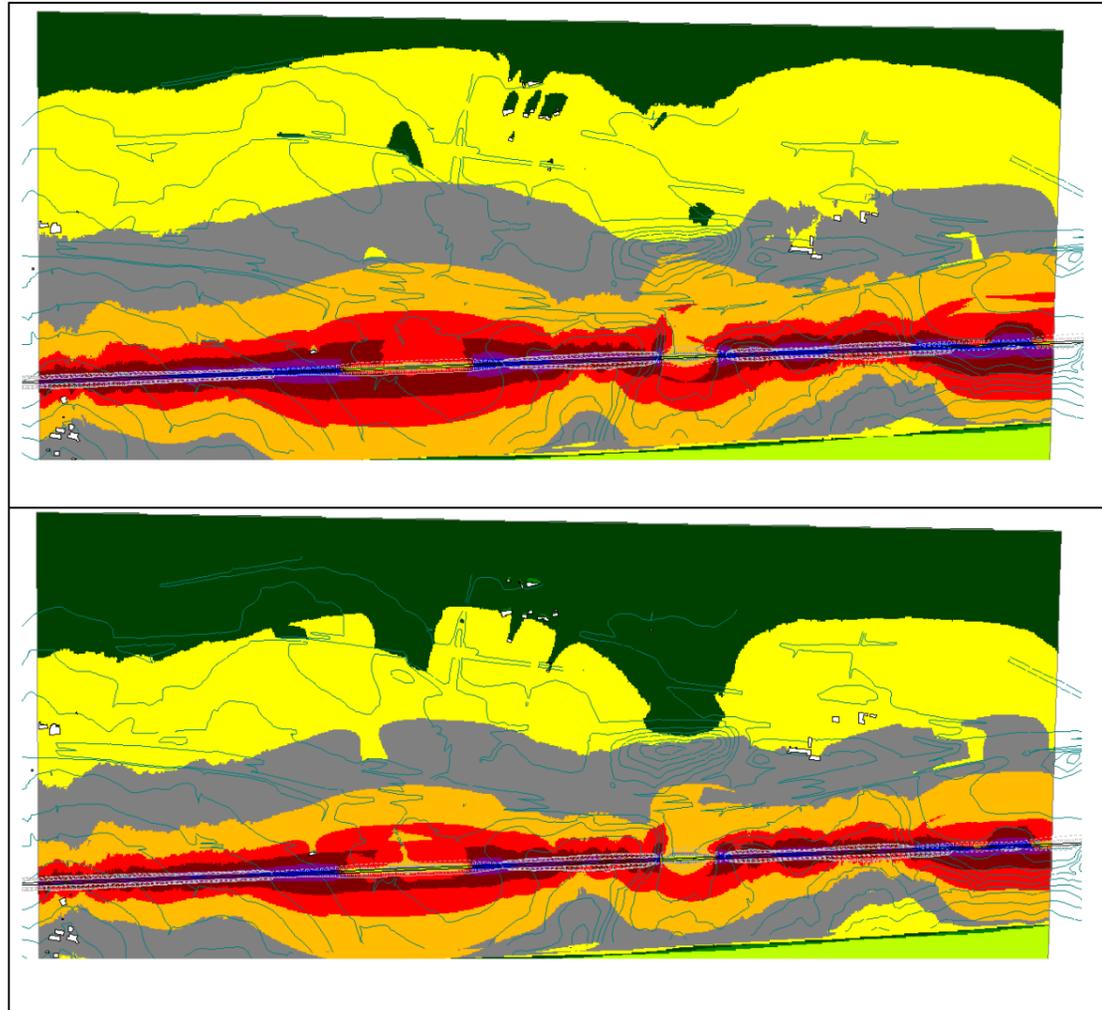


Figura 6.1.3.11.B: Alternativa V, tramo 10, Día (arriba) y Noche (abajo)

Tramo 11

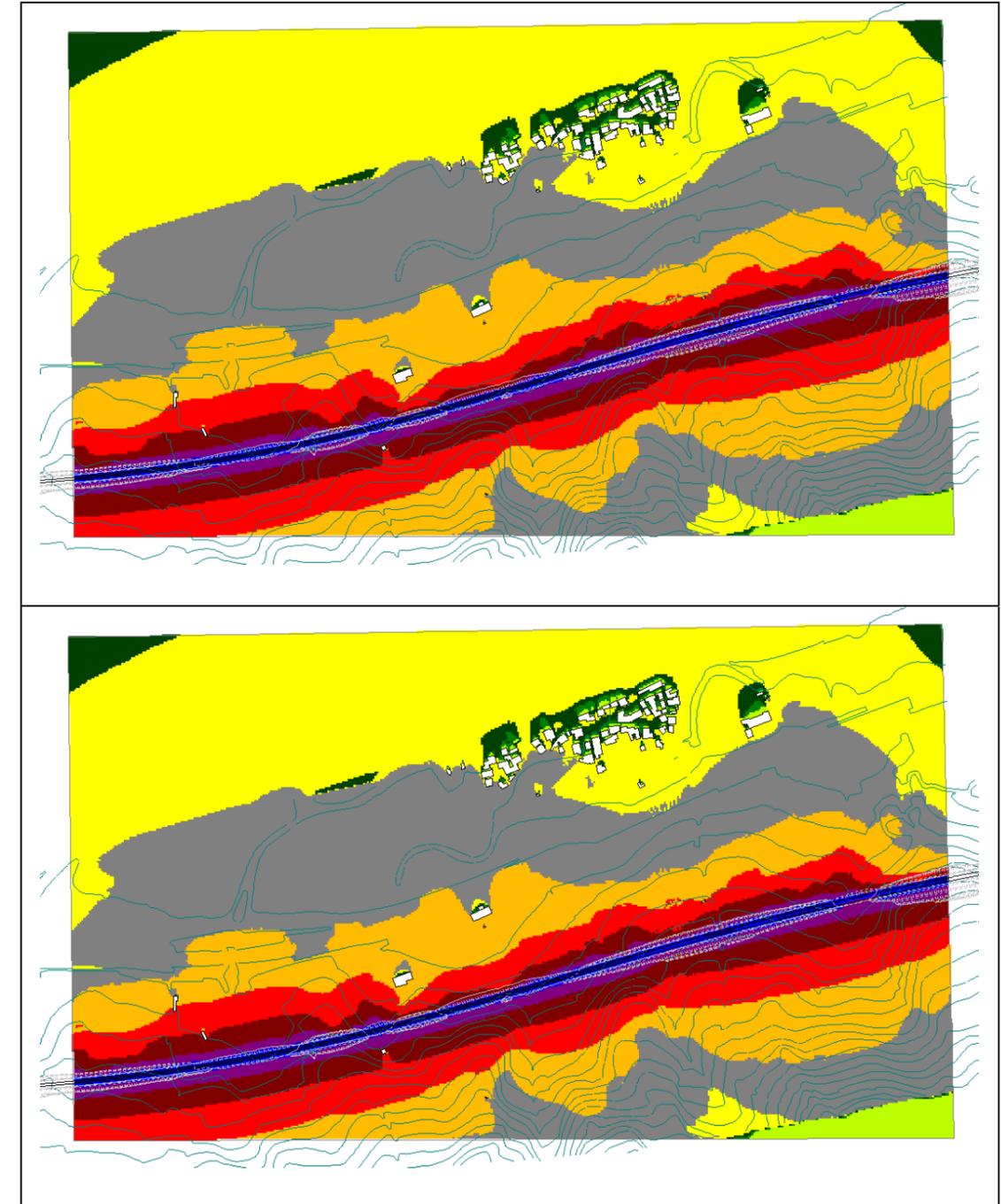


Figura 6.1.3.12.B: Alternativa V, tramo 11, Día (arriba) y Noche (abajo)

Tramo 12

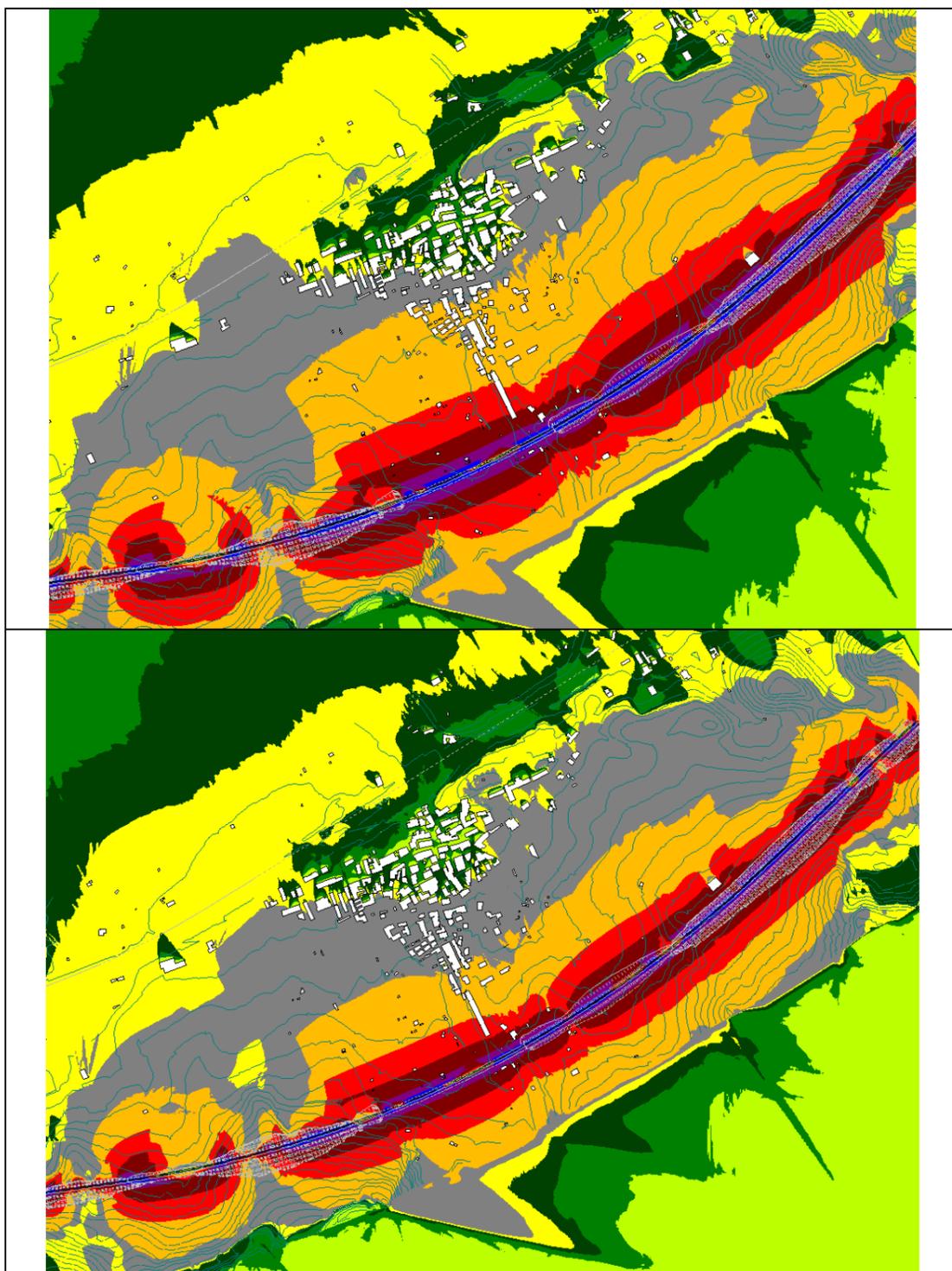


Figura 6.1.3.13.B: Alternativa V, tramo 12, Día (arriba) y Noche (abajo)

Tramo 13

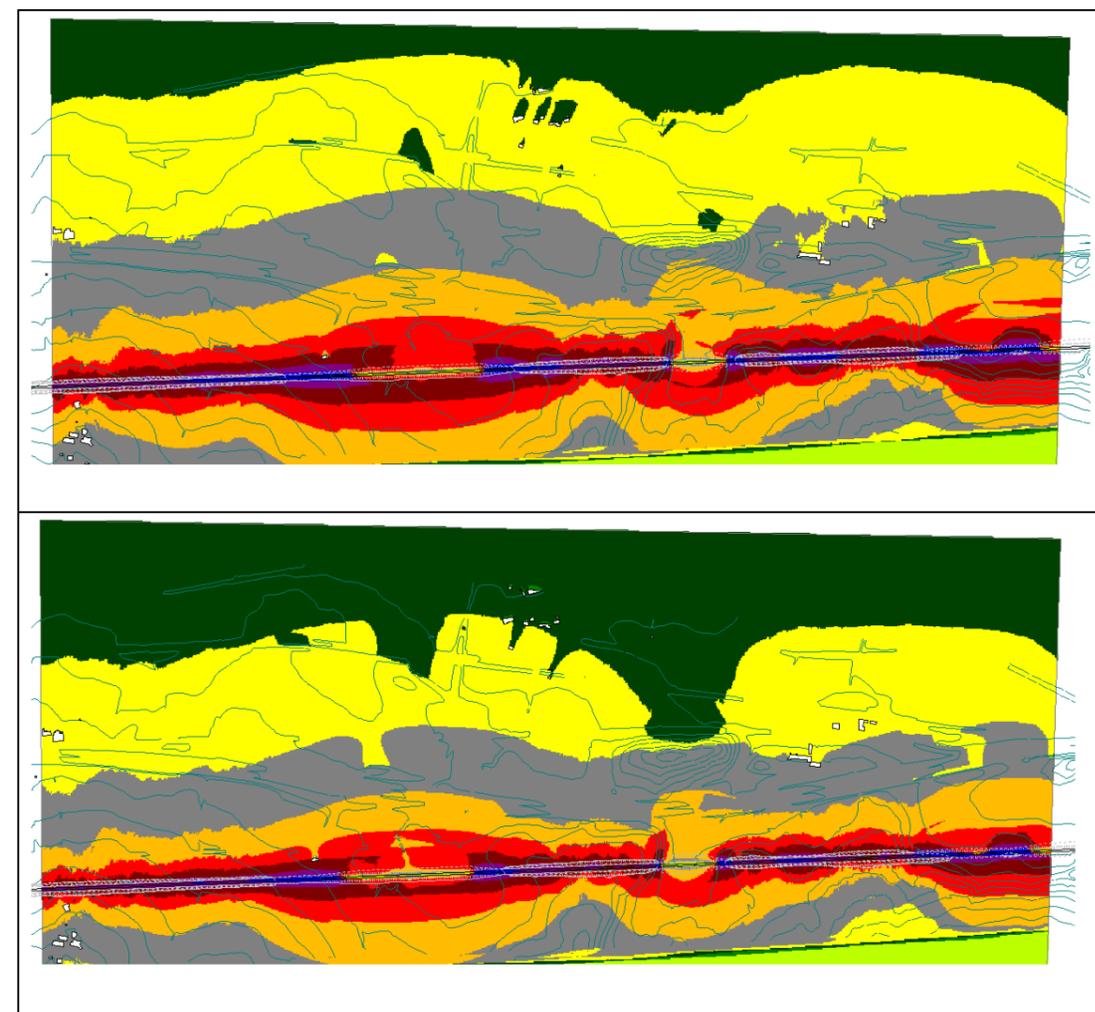


Figura 6.1.3.14.B: Alternativa V, tramo 13, Día (arriba) y Noche (abajo)

Tramo 14

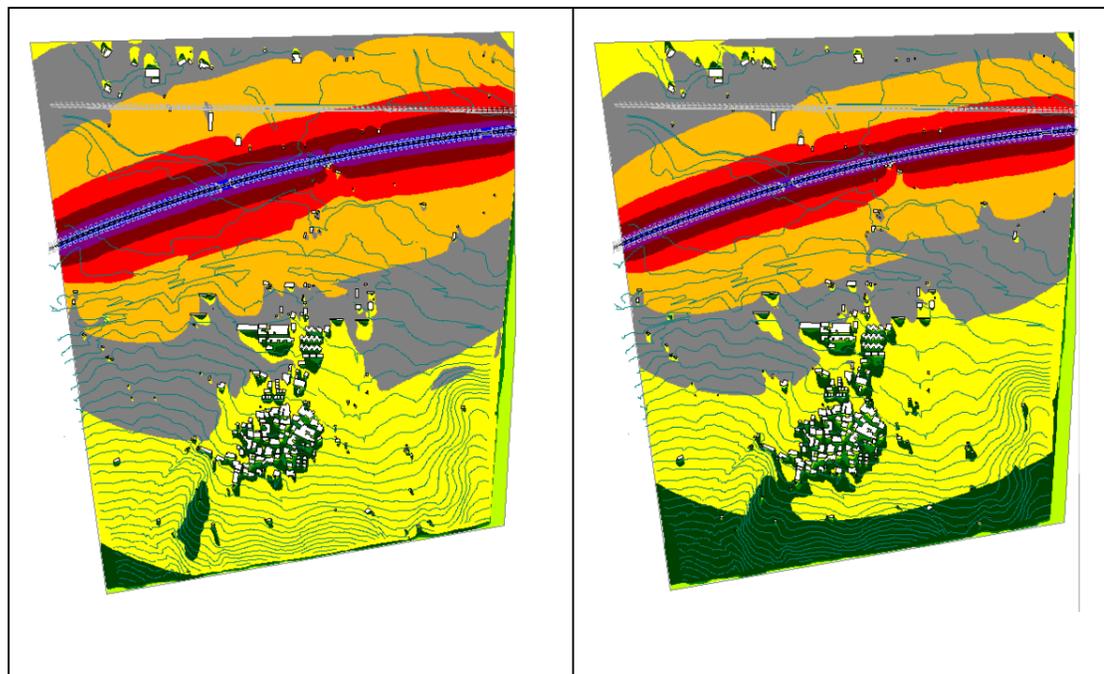


Figura 6.1.3.15.B: Alternativa V, tramo 14, Día (arriba) y Noche (abajo)

Tramo 15

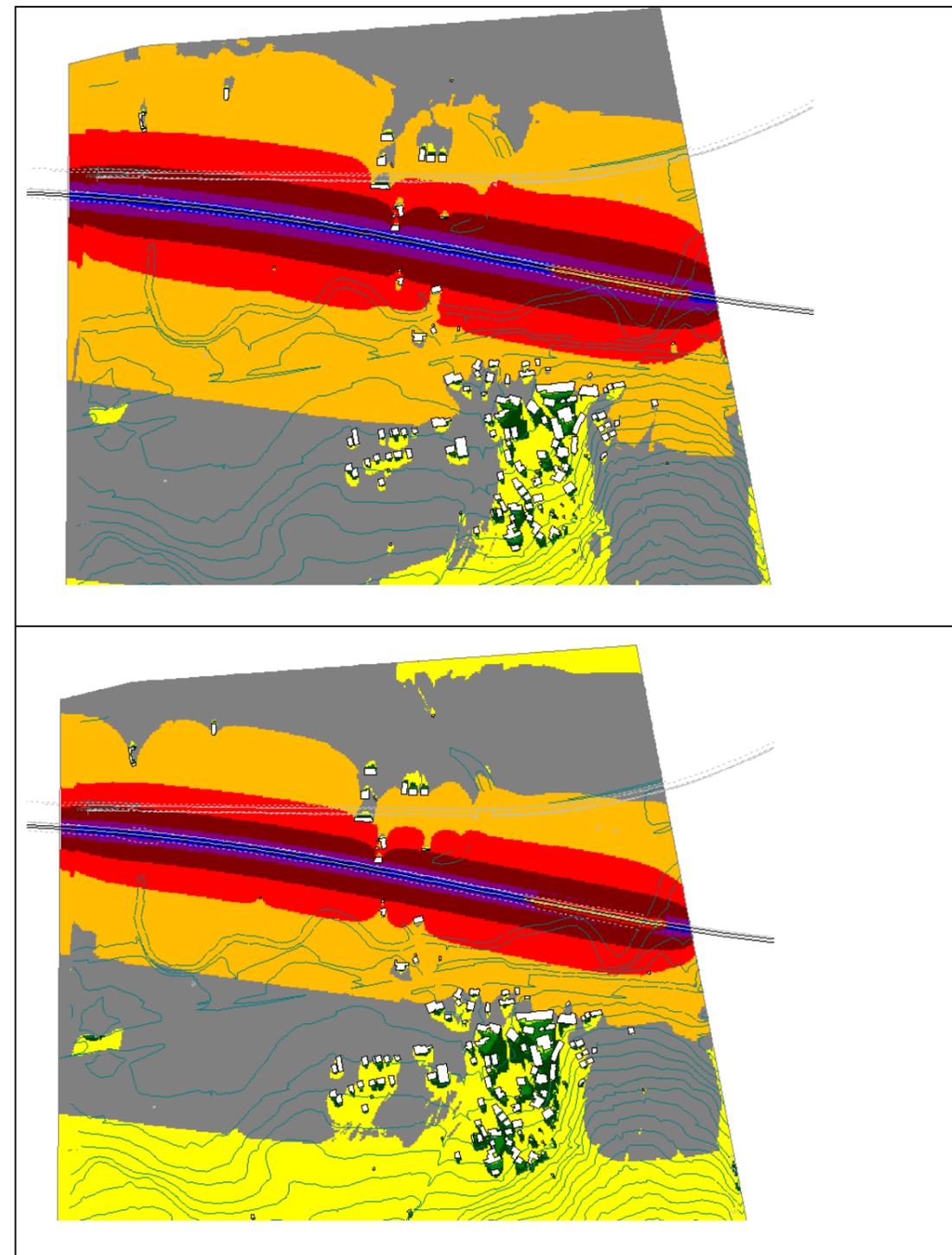


Figura 6.1.3.16.B: Alternativa V, tramo 15, Día (arriba) y Noche (abajo)

Tramo 16

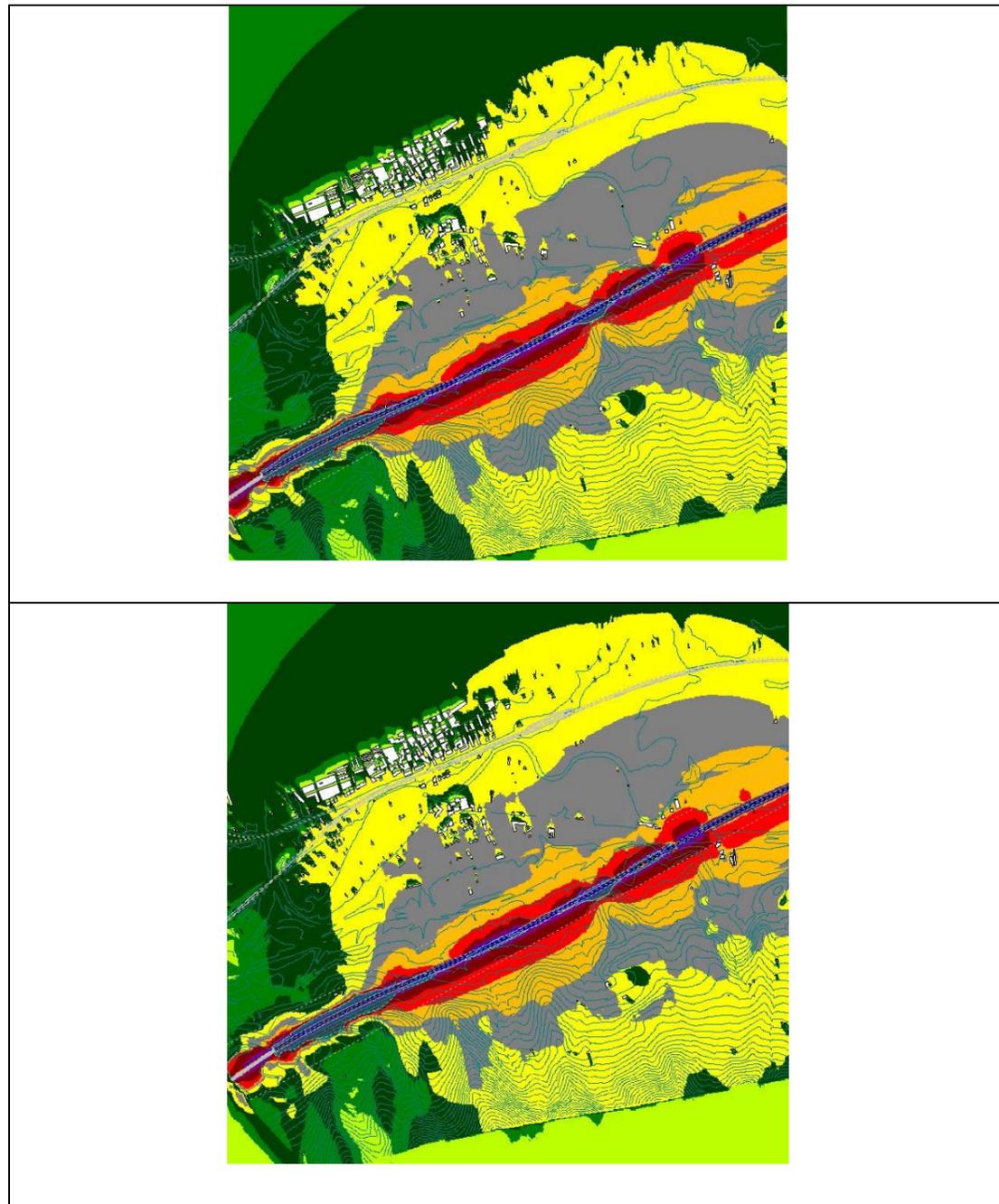


Figura 6.1.3.17.B: Alternativa V, tramo 16, Día (arriba) y Noche (abajo)

Tramo 18

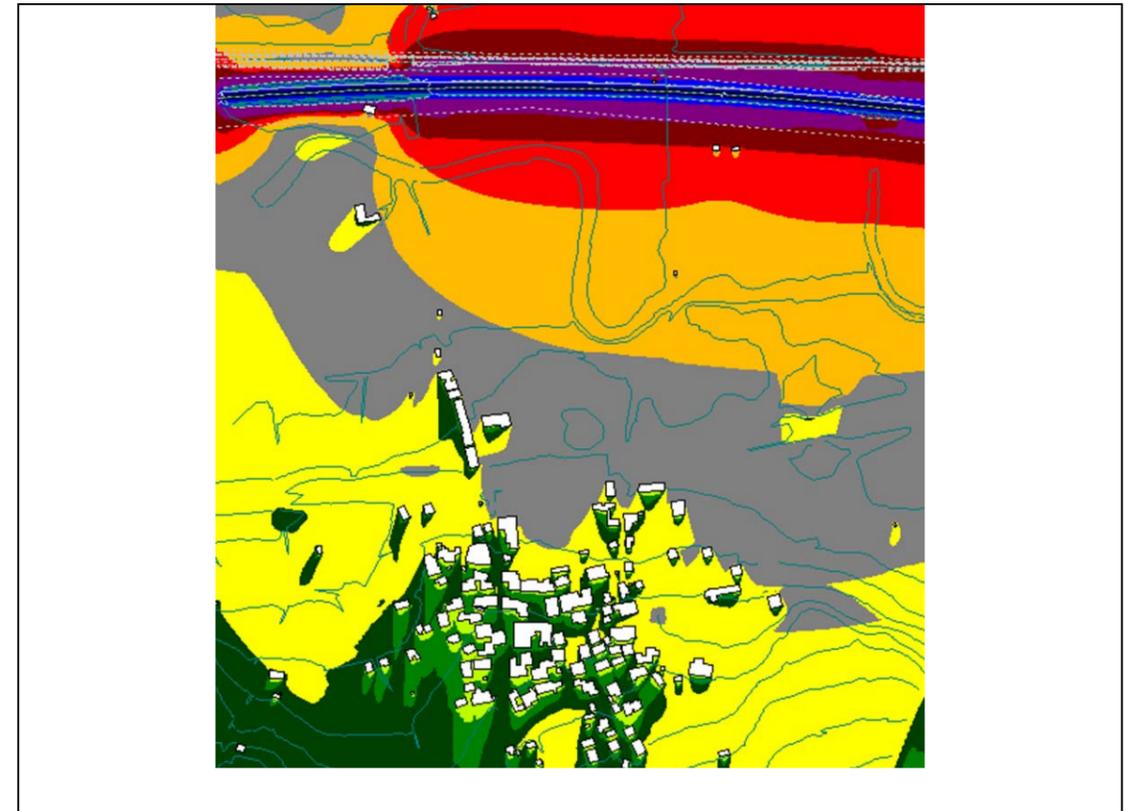




Figura 6.1.3.18.B: Alternativa V, tramo 18, Día (arriba) y Noche (abajo)

Tramo 19

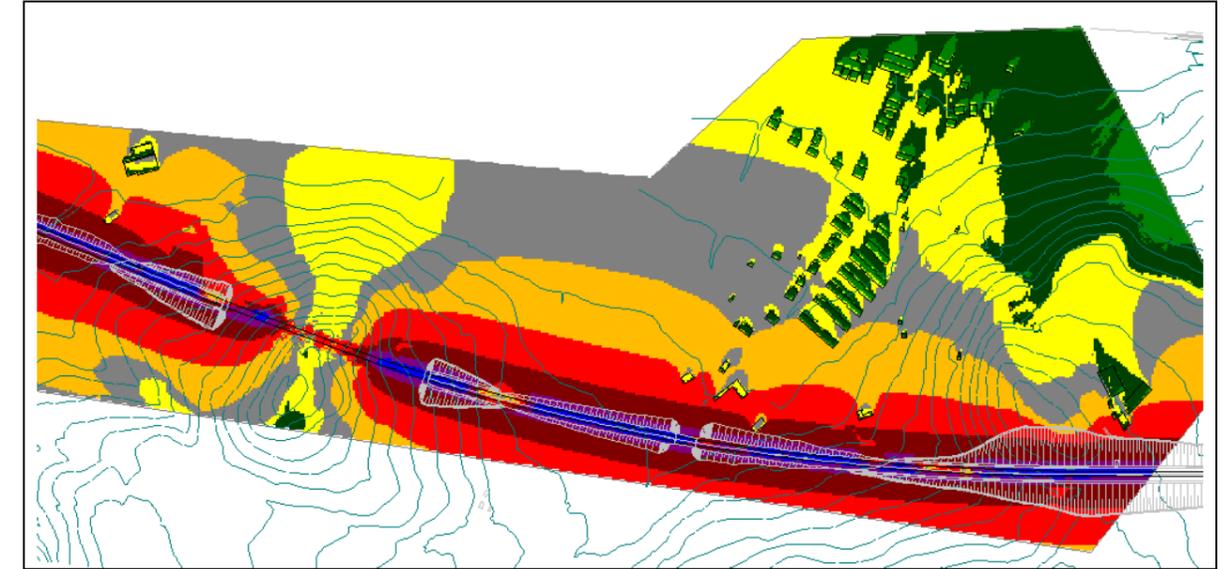
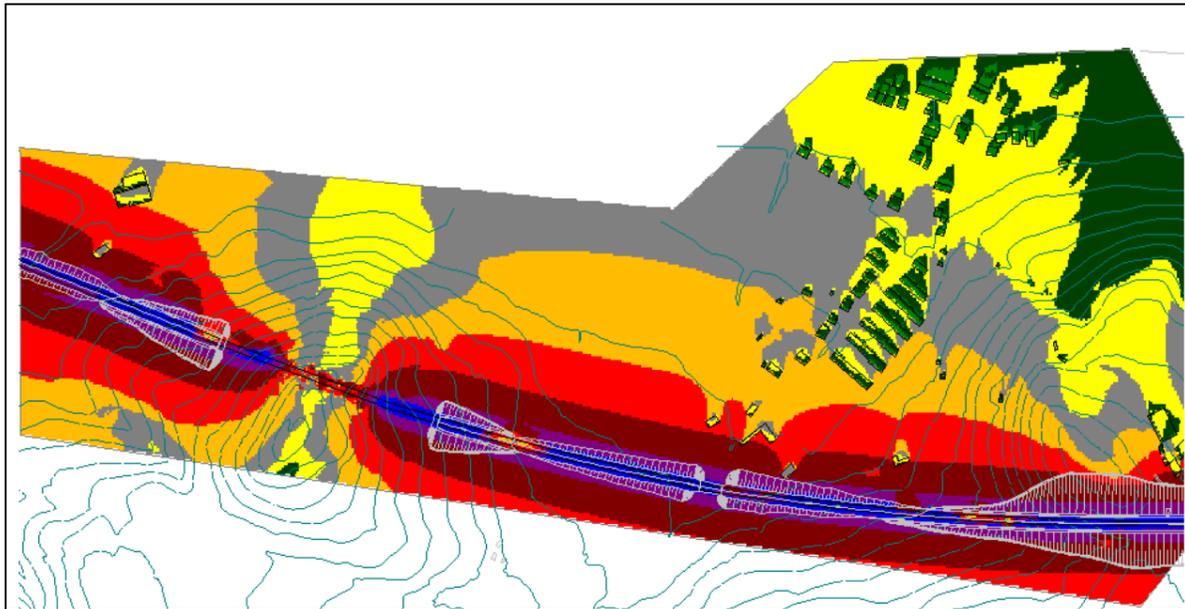


Figura 6.1.3.39.B: Alternativa V, tramo 19, Día (arriba) y Noche (abajo)

Tramo 20

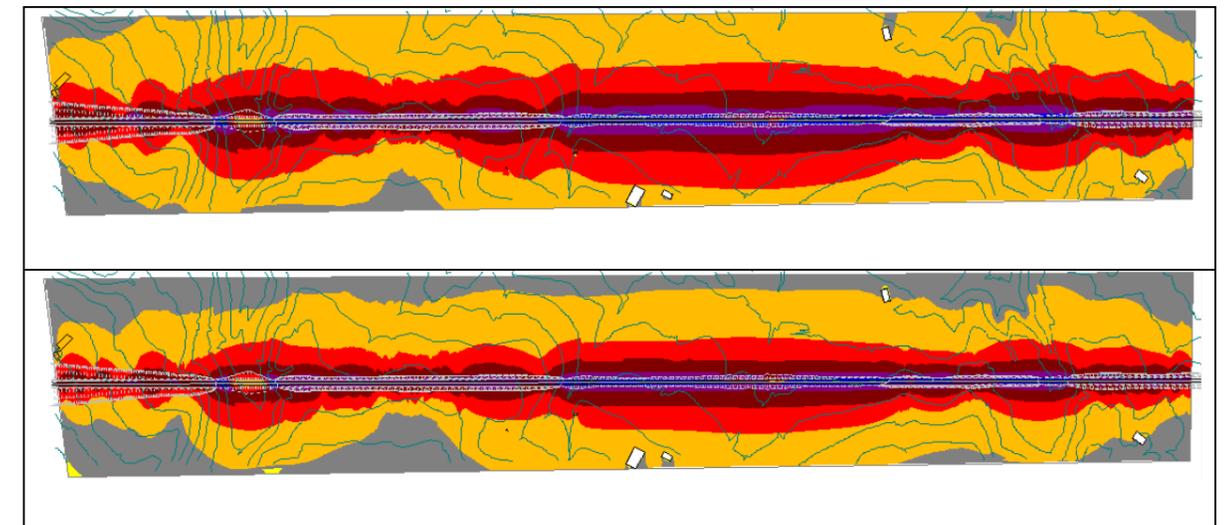


Figura 6.1.3.19.B: Alternativa V, tramo 20, Día (arriba) y Noche (abajo)

Tramo 21

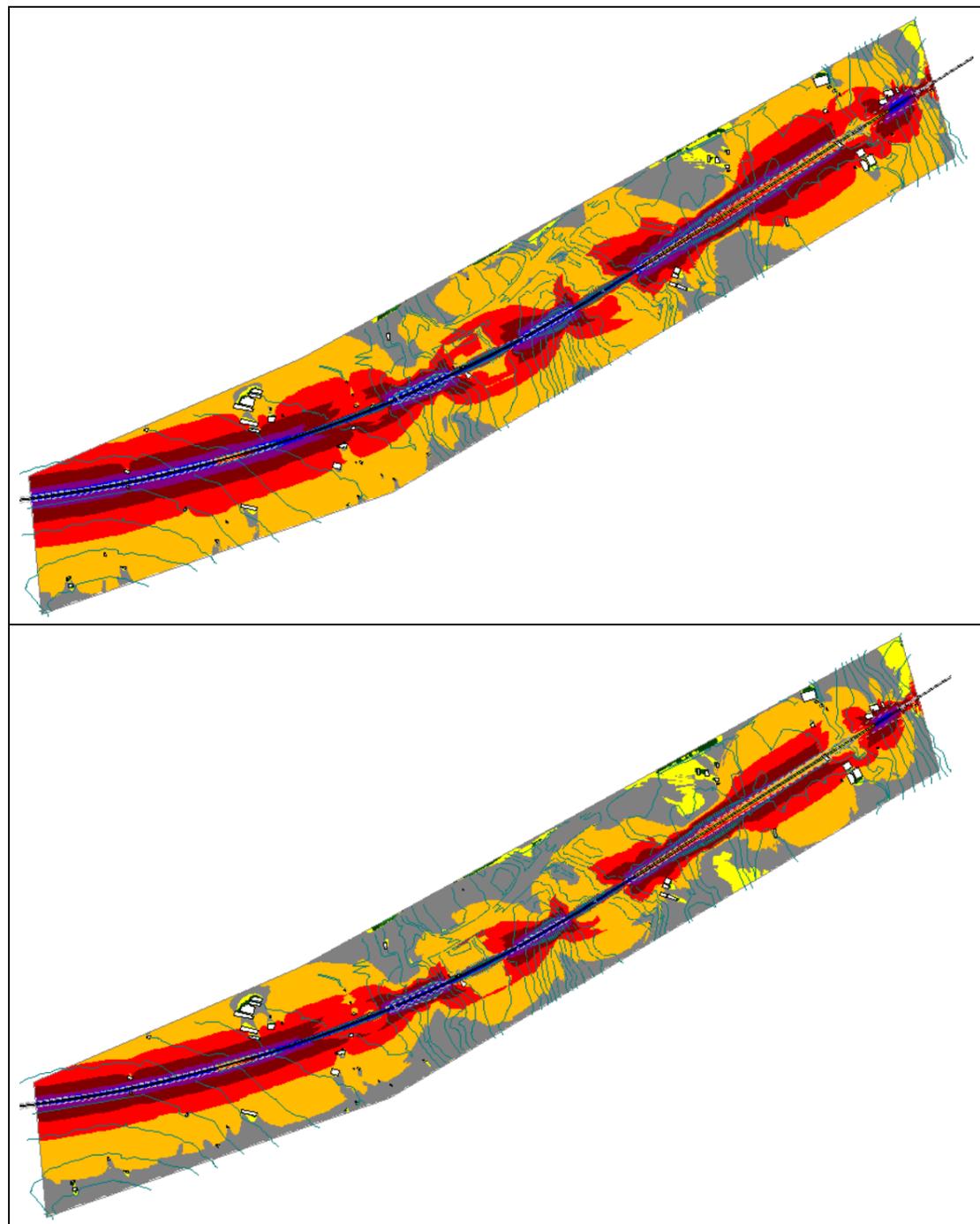


Figura 6.1.3.20.B: Alternativa V, tramo 21, Día (arriba) y Noche (abajo)

Tramo 22

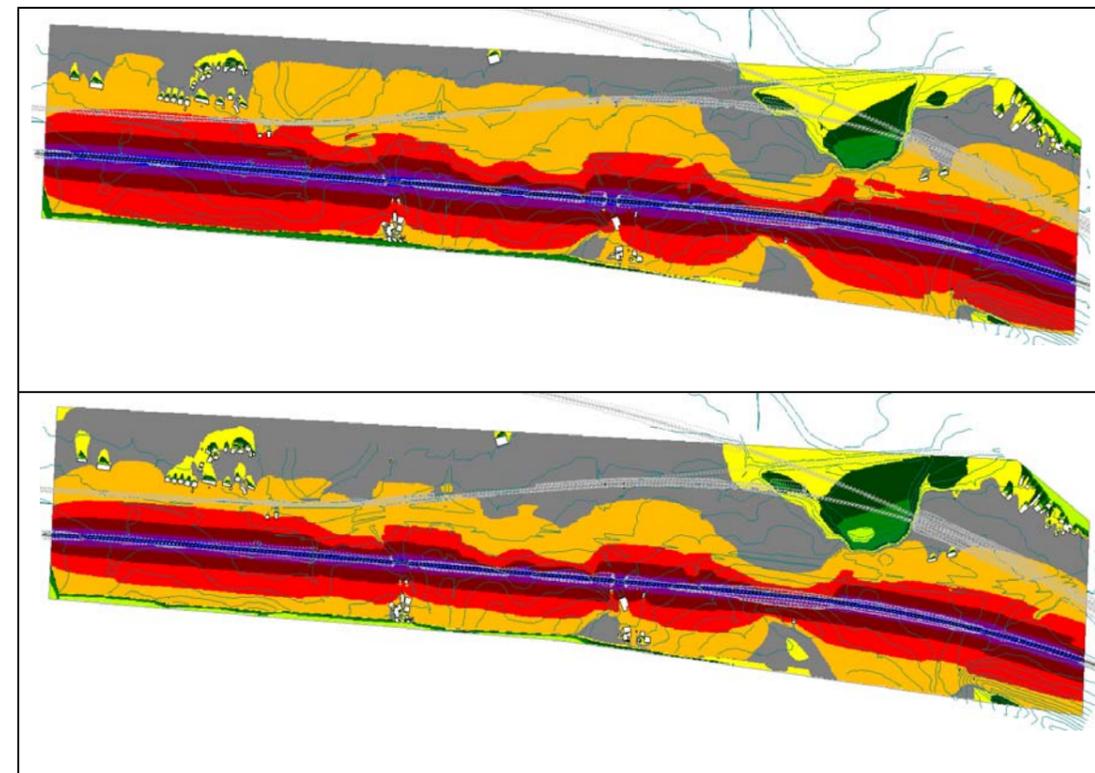


Figura 6.1.3.21.B: Alternativa V, tramo 22, Día (arriba) y Noche (abajo)

Tramo 23

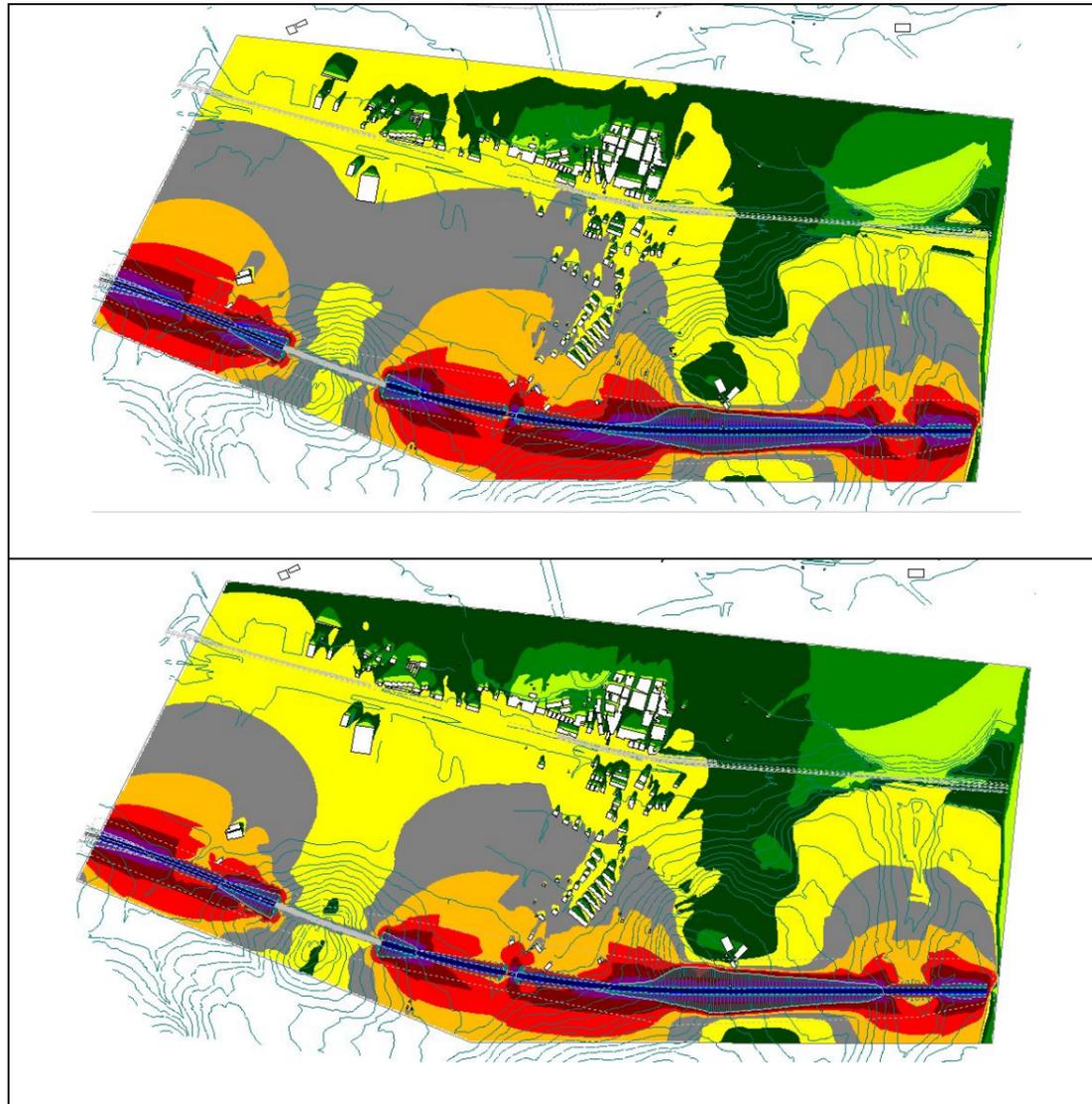


Figura 6.1.3.22.B: Alternativa V, tramo 23, Día (arriba) y Noche (abajo)

Tramo 24

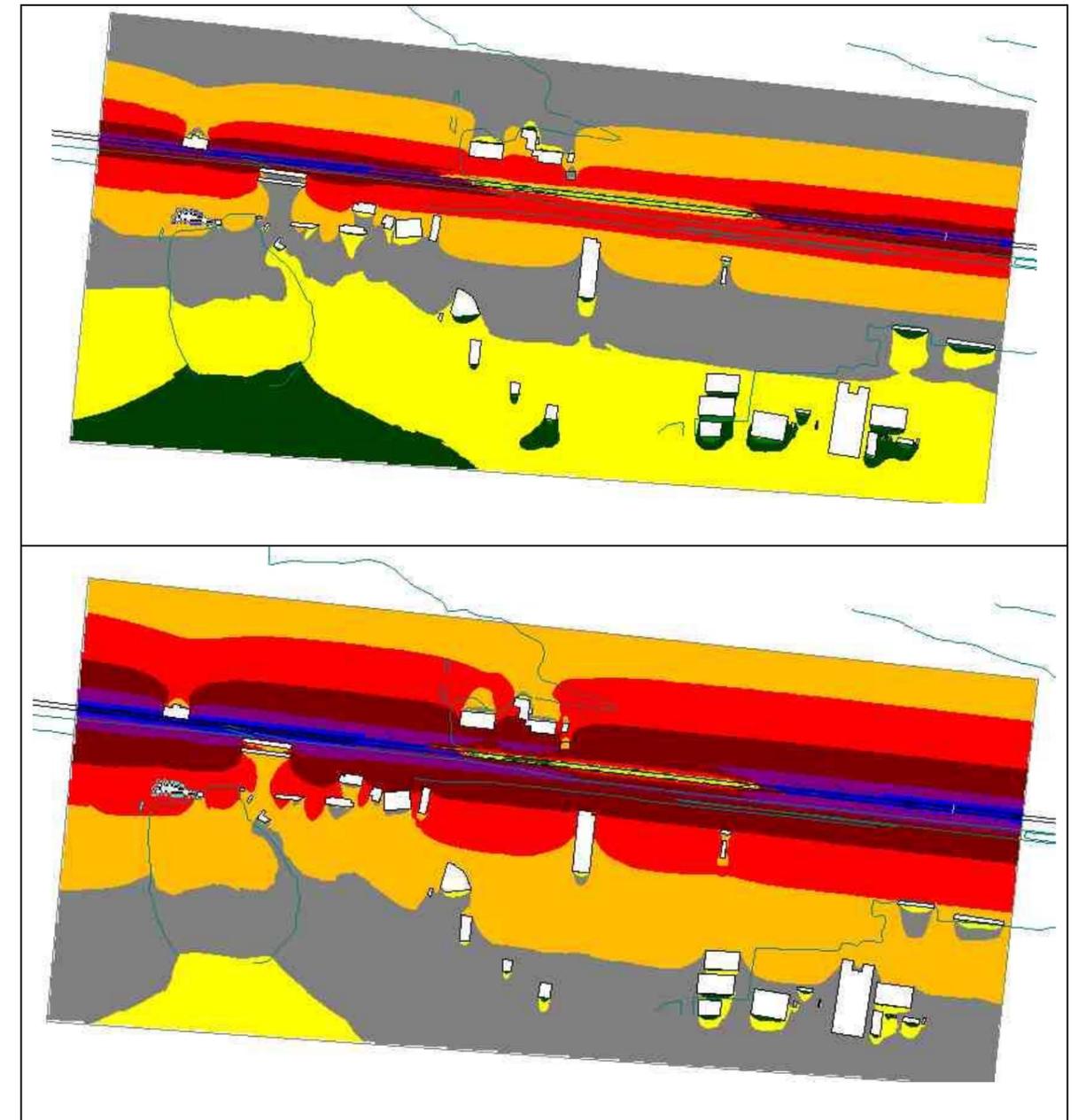


Figura 6.1.3.23.B: Alternativa V, tramo 24, Día (arriba) y Noche (abajo)

Tramo 25

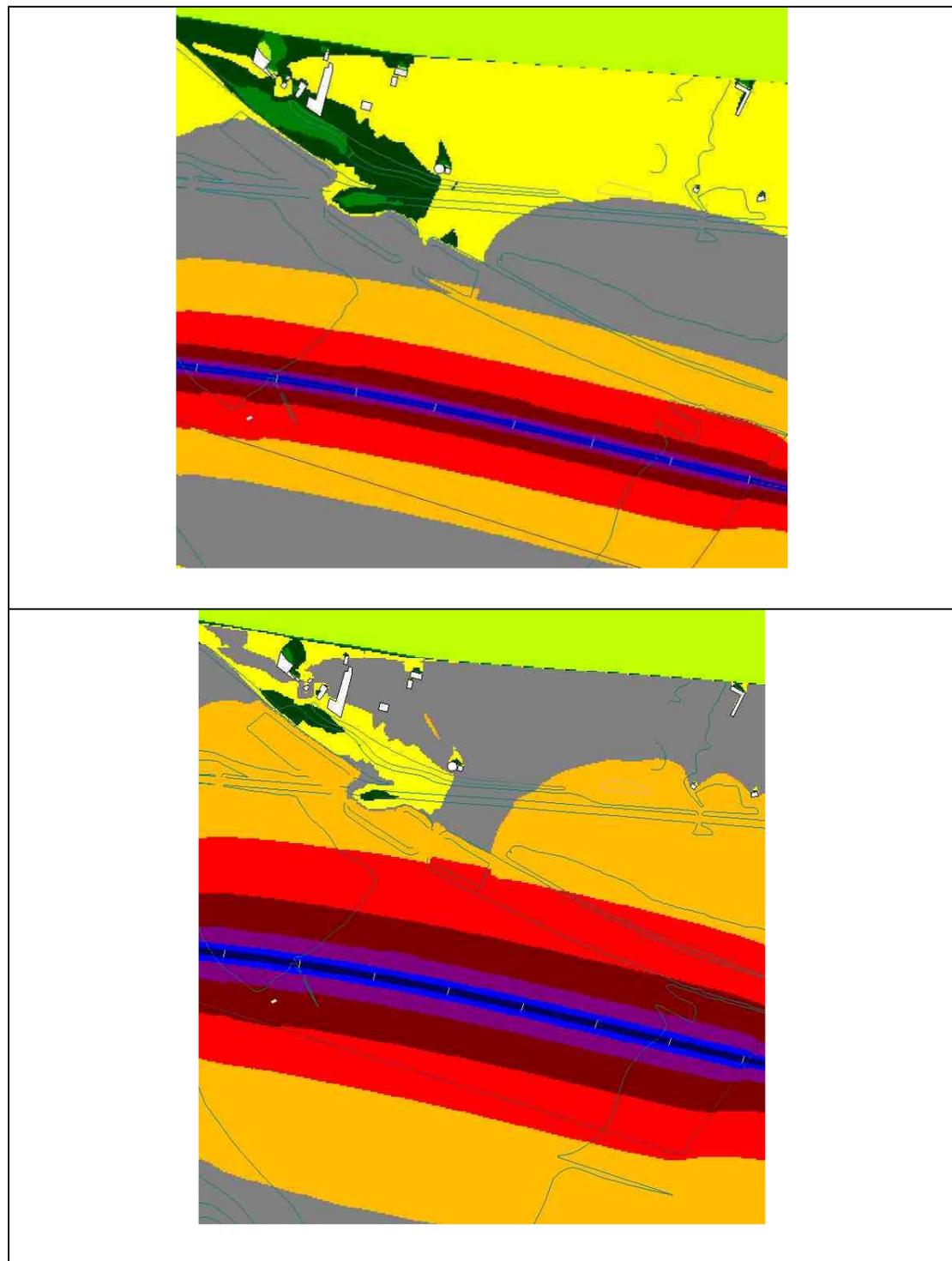


Figura 6.1.3.24.B: Alternativa V, tramo 25, Día (arriba) y Noche (abajo)

Tramo 26

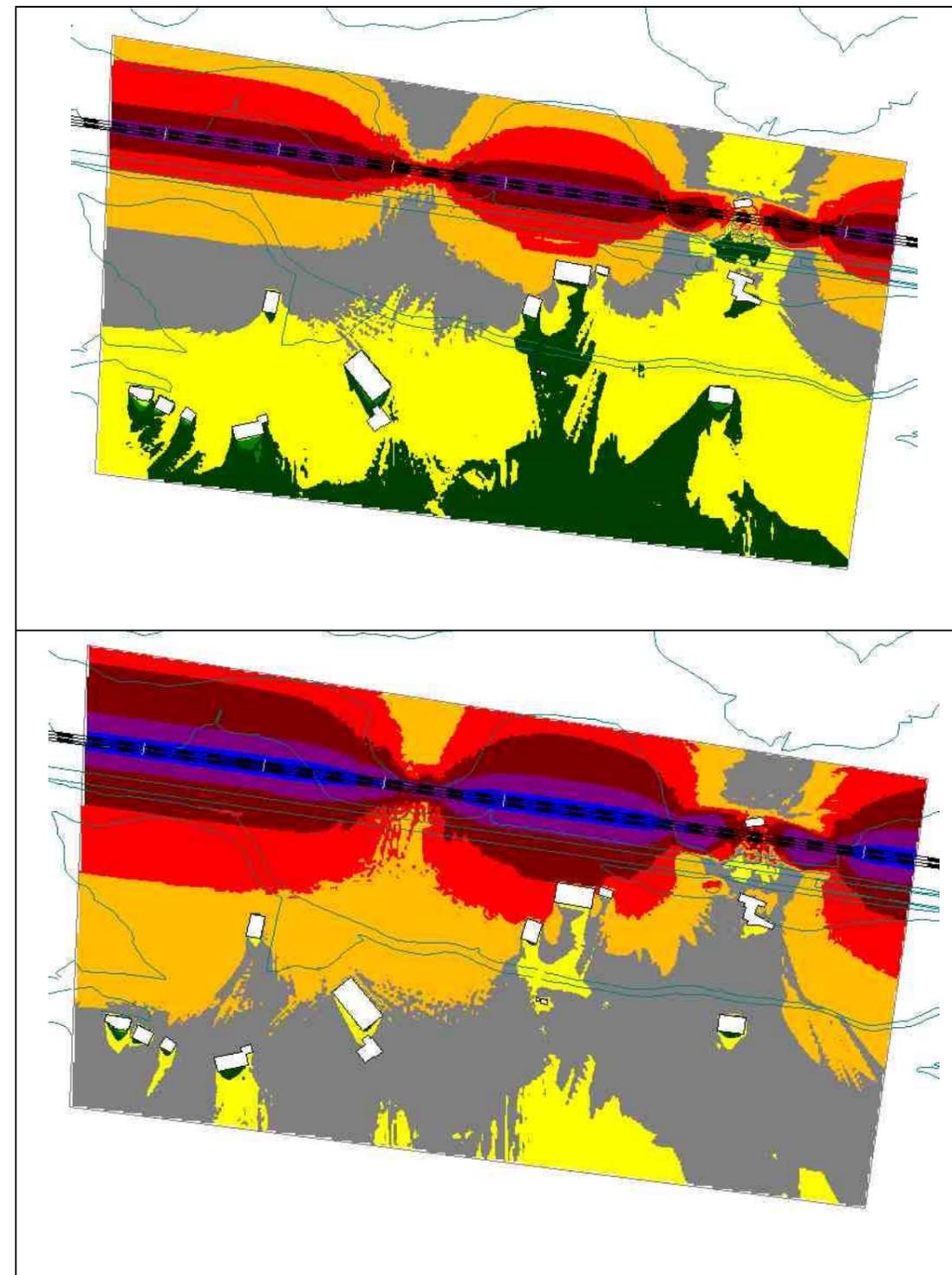


Figura 6.1.3.25.B: Alternativa V, tramo 26, Día (arriba) y Noche (abajo)

Tramo 27

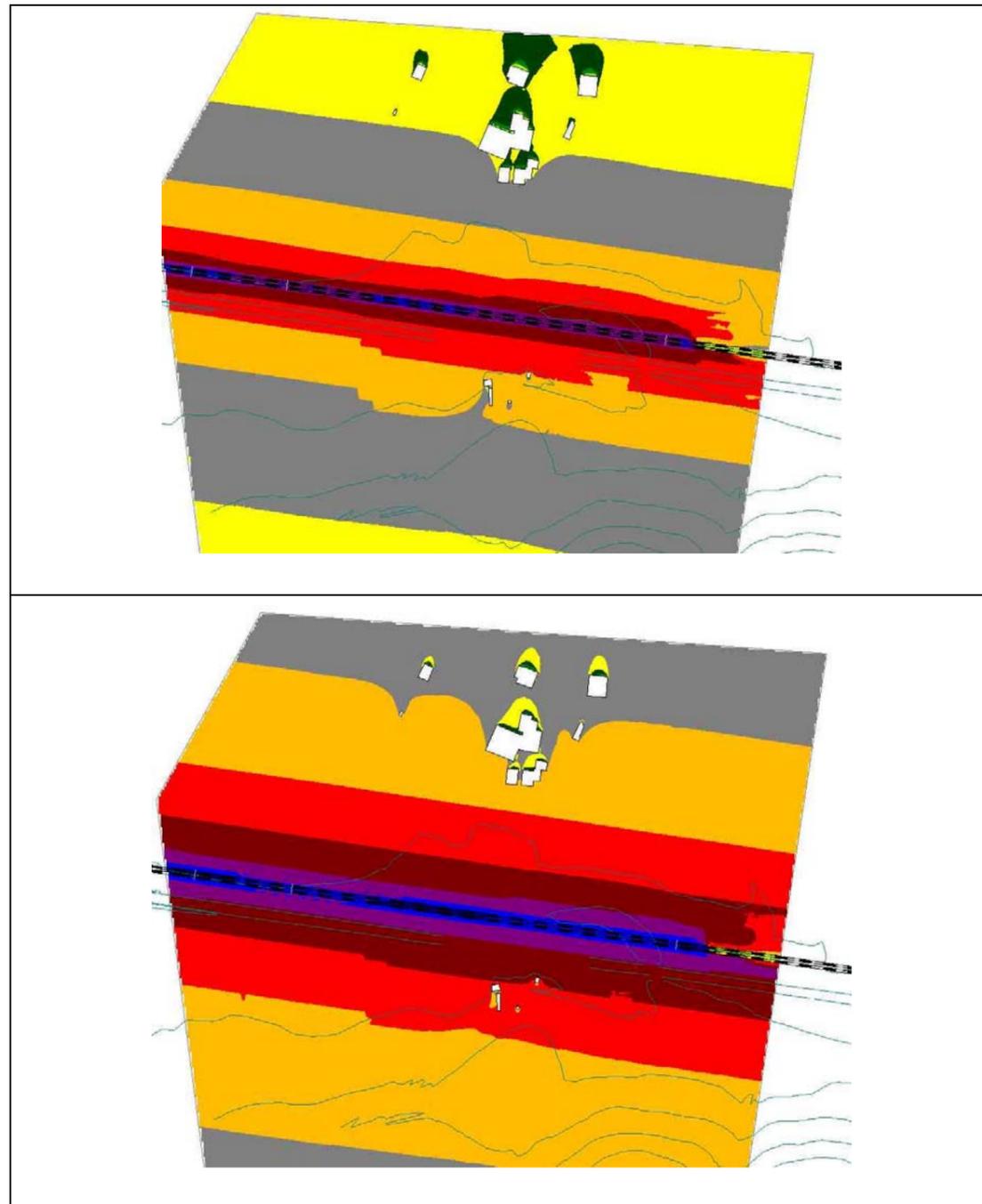


Figura 6.1.3.26.B: Alternativa V, tramo 27, Día (arriba) y Noche (abajo)

Tramo 28

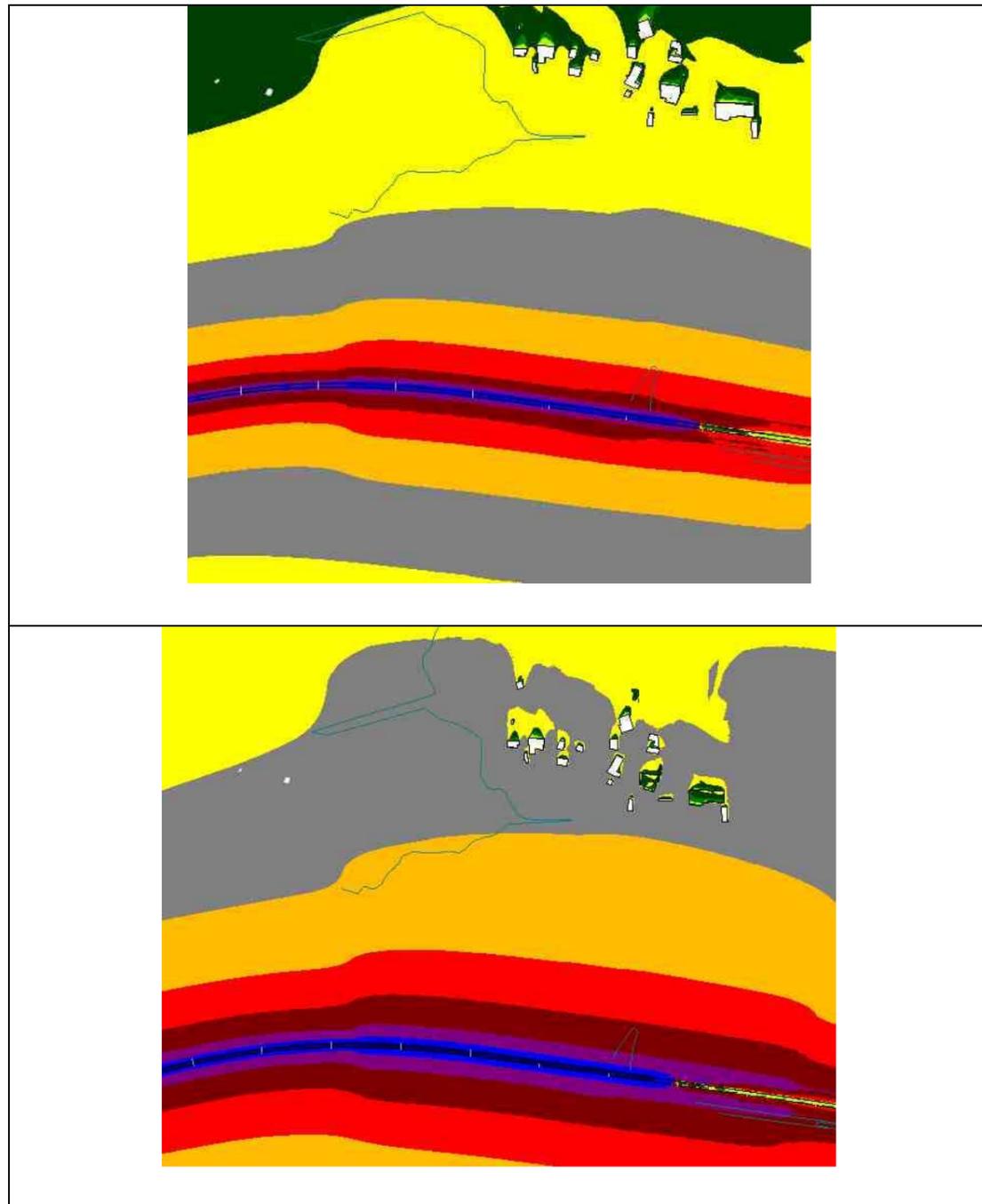


Figura 6.1.3.27.B: Alternativa V, tramo 28, Día (arriba) y Noche (abajo)

Alternativa H

Tramo 19

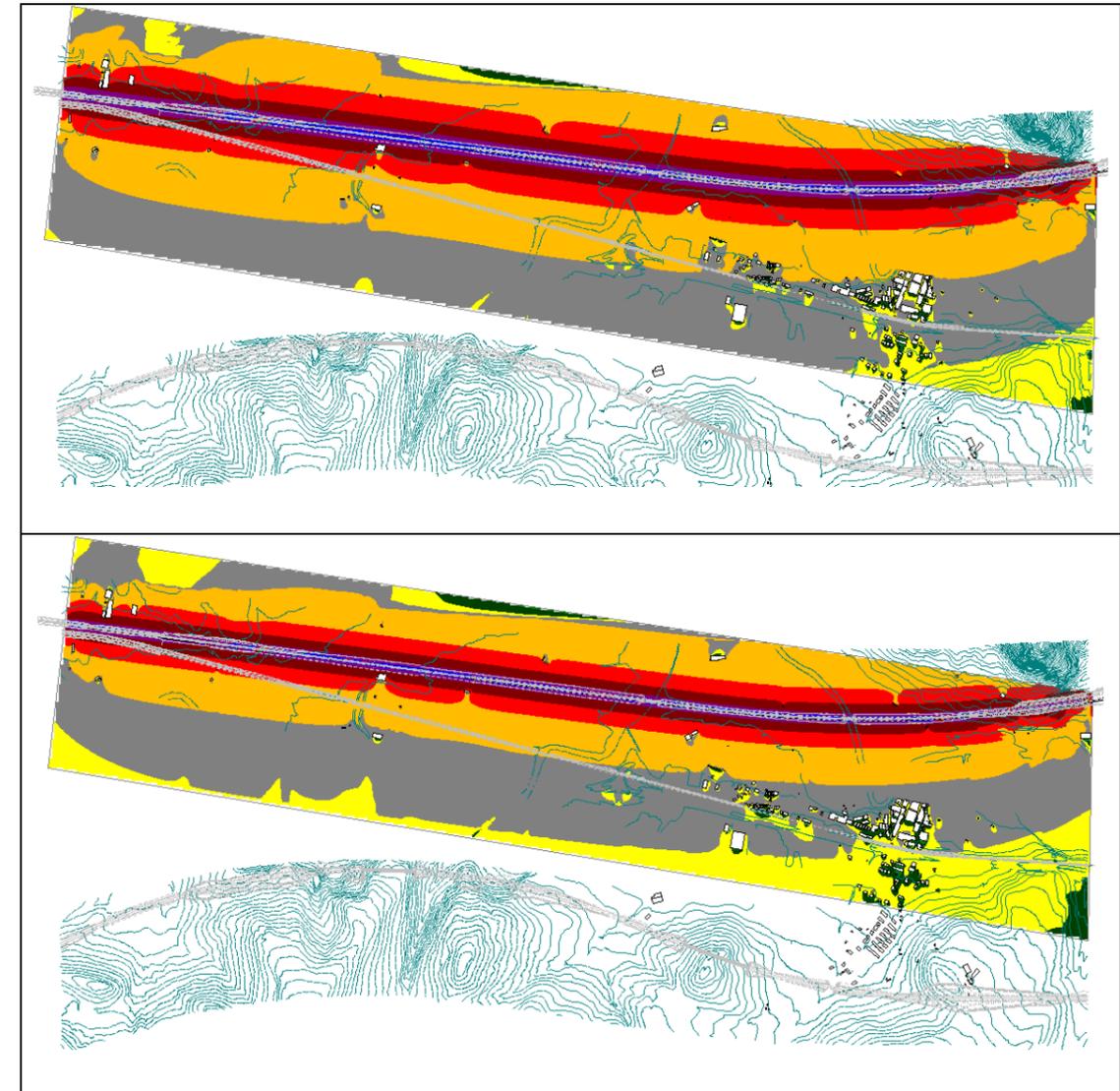


Figura 6.1.3.1.C: Alternativa H, tramo 19, Día (arriba) y Noche (abajo)

Tramo 20

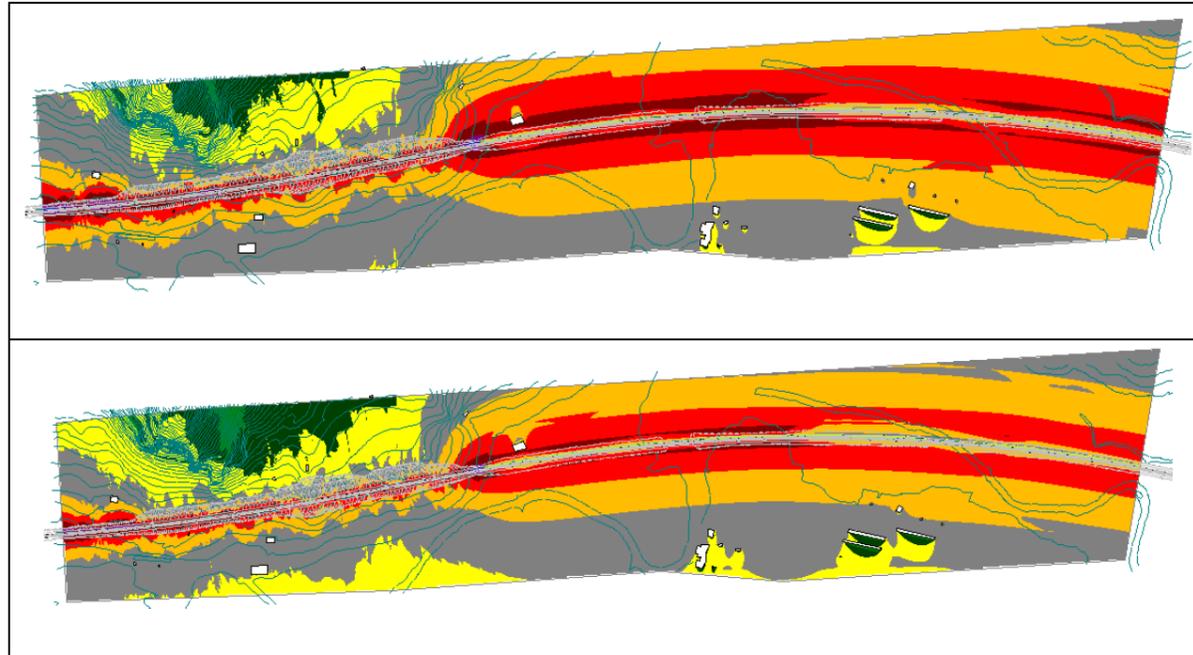


Figura 6.1.3.2.C: Alternativa H, tramo 20, Día (arriba) y Noche (abajo)

Tramo 21

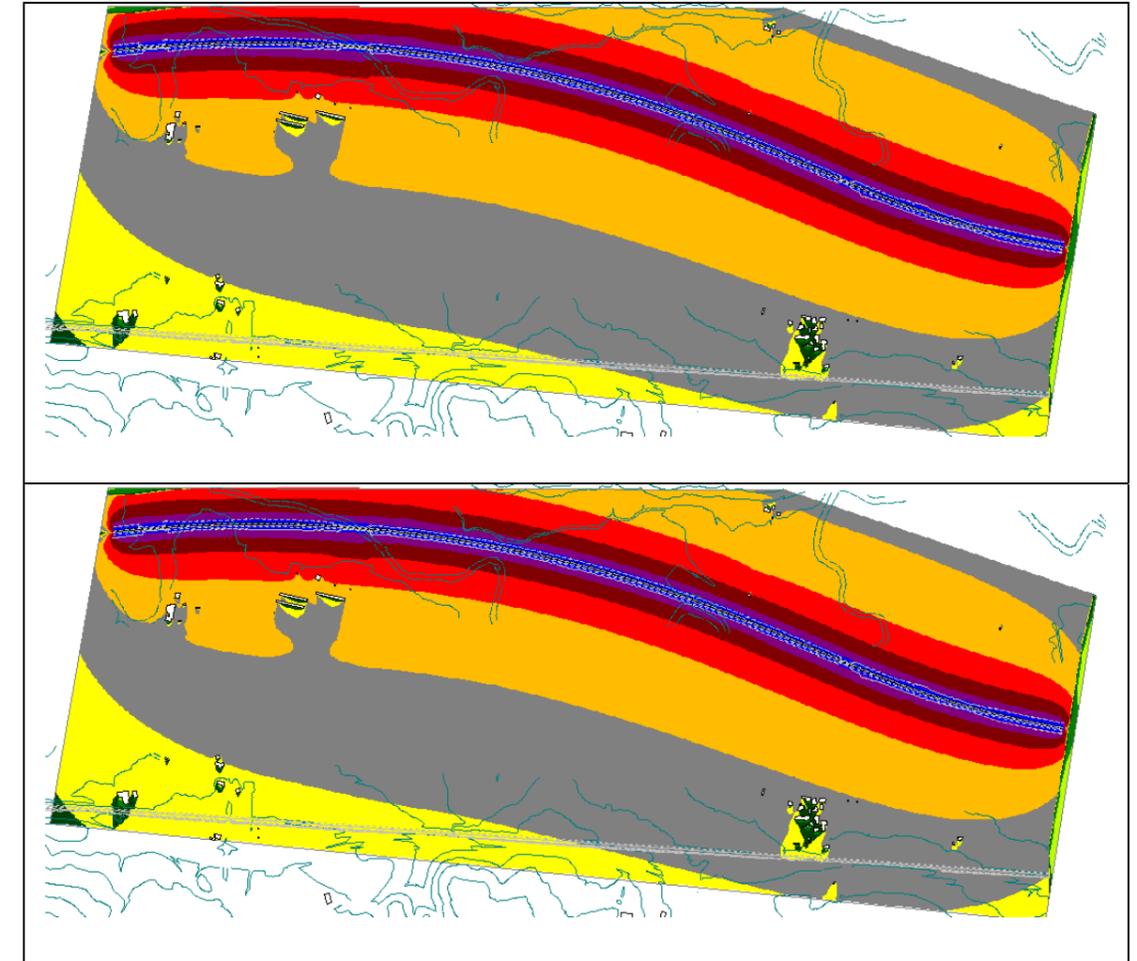


Figura 6.1.3.3.C: Alternativa V, tramo 21, Día (arriba) y Noche (abajo)

Tramo 22

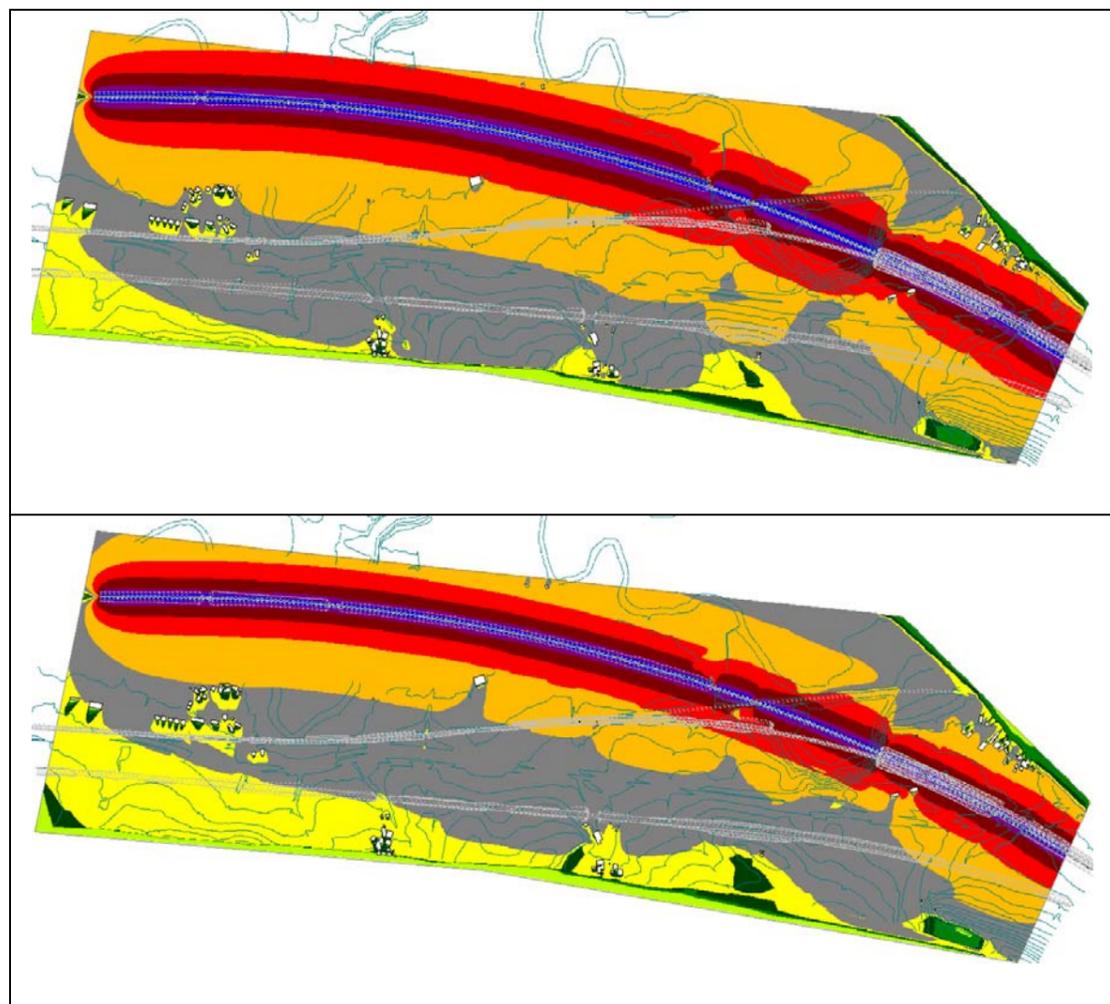


Figura 6.1.3.4.C: Alternativa H, tramo 22, Día (arriba) y Noche (abajo)

Tramo 25

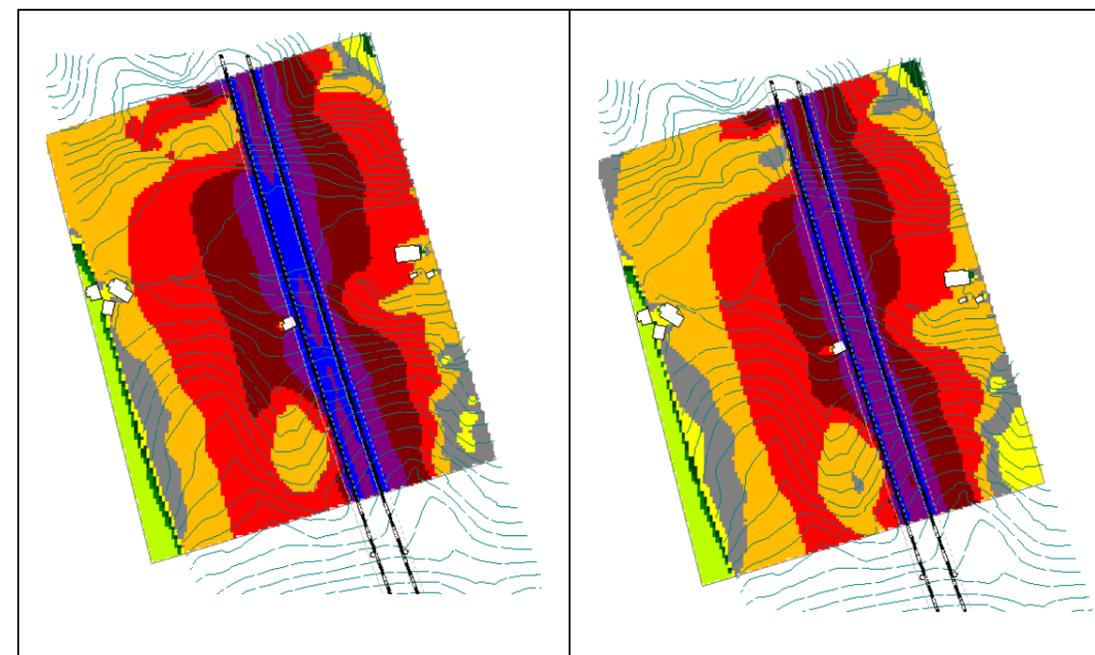


Figura 6.1.3.5.C: Alternativa H, tramo 25, Día (arriba) y Noche (abajo)

Tramo 26

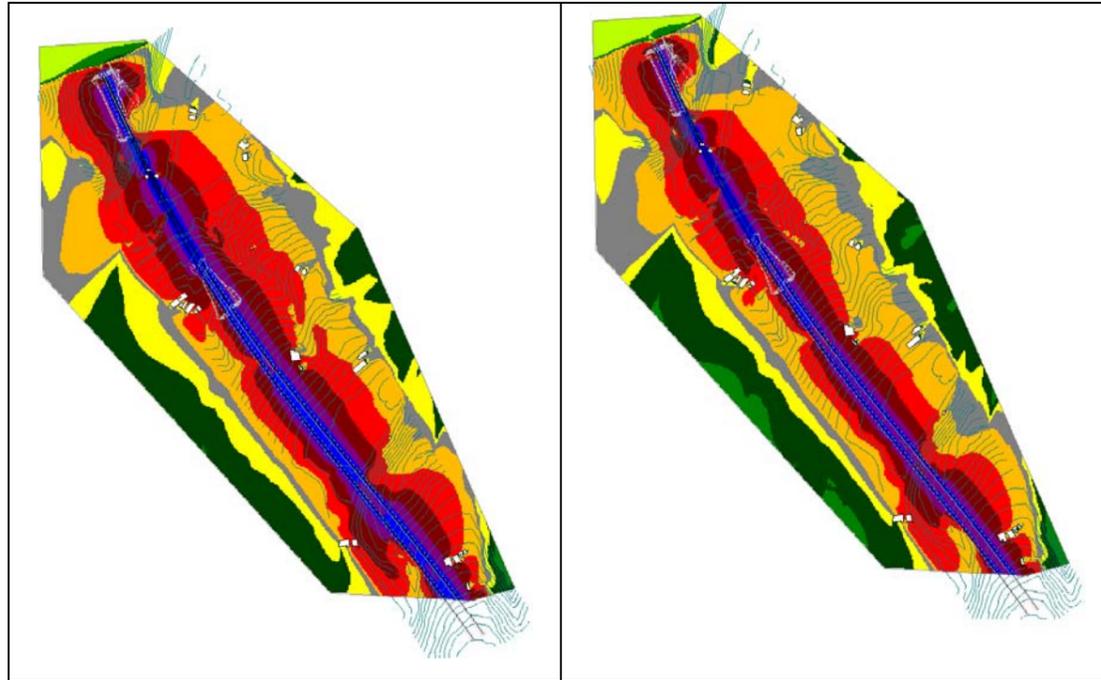


Figura 6.1.3.6.C: Alternativa H, tramo 26, Día (arriba) y Noche (abajo)

Tramo 27

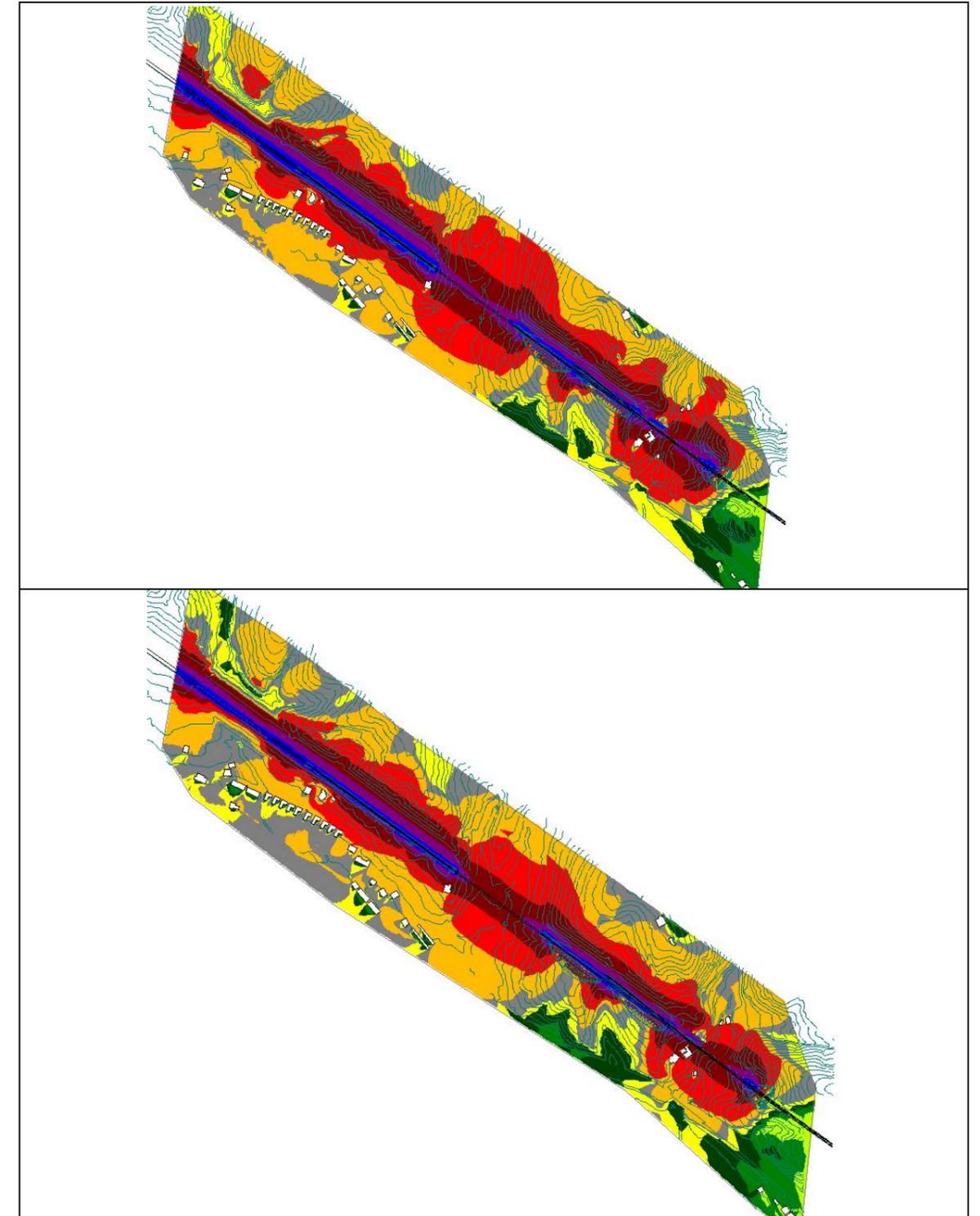


Figura 6.1.3.7.C: Alternativa V, tramo 27, Día (arriba) y Noche (abajo)

7. PREVISIÓN DE IMPACTO VIBRATORIO FUTURO

La previsión de impacto vibratorio, a diferencia de la previsión de impacto acústico futuro, no tiene en cuenta la densidad de tráfico, sino los valores máximos de inmisión vibratoria detectados en el interior de los edificios. Esto se debe a la naturaleza de los índices máximos admisibles de inmisión vibratoria definidos por la normativa vigente, los cuales han sido expuestos en la sección 3 de este informe.

Asumido un correcto estado de mantenimiento del contacto rueda-raíl, los niveles máximos de inmisión vibratoria dependerán de los siguientes factores:

- Velocidad de paso de las unidades. se asumen los gráficos de velocidad para cada variante mostrados en las figuras 5.2.3.1 a 5.2.3.3.
- Masa no suspendida de las unidades y peso por eje: se tomarán datos al respecto procedentes de unidades similares a las previstas en las circulaciones futuras.
- Características elásticas de la solución de supraestructura: se considerarán de entrada las características correspondientes a la solución definida con carácter general, para los casos de vía sobre balasto convencional o vía en placa (túneles bi-tubo).
- Características particulares de transmisión vibratoria del terreno: el estudio detallado de las características particulares de transmisión vibratoria del terreno queda aplazado a la realización del correspondiente estudio de detalle dentro del proyecto constructivo de la línea. En el presente estudio se asumirán características de transmisión pesimistas.
- Efecto vibratorio de la estructura del edificio: la propia estructura del edificio introduce alteraciones en la transmisión vibratoria. Estas alteraciones consisten en diferentes efectos particulares, parcialmente contrapuestos, los cuales se detallarán más adelante.

Las siguientes secciones abordan diferentes aspectos de detalle en relación con los aspectos reseñados.

7.1. EXCITACIÓN VIBRATORIA DE LA UNIDADES MÓVILES

7.1.1. Excitación vibratoria unidades de pasajeros

La caracterización de la cadena de transmisión vibratoria hasta los edificios receptores situados en las inmediaciones de la traza empieza por la cuantificación de la intensidad de emisión vibratoria de la fuente emisora: el conjunto de unidades móviles que circularán por la línea. Para ello se ha contado con un conjunto completo de datos experimentales de excitación vibratoria al paso de unidades análogas a las que circularán por la nueva infraestructura. Los datos cubren los siguientes contextos constructivos:

- Tramos al aire libre con supraestructura estándar (balasto o vía en placa), para el caso de presencia de terraplenes, desmontes o pantallas laterales.
- Tramos soterrados con túnel excavado en mina según métodos clásicos.
- Tramos soterrados con túnel excavado mediante tuneladora.
- Tramos soterrados con falso túnel o túnel en trinchera. Esta situación se asimila como básicamente análoga, desde el punto de vista vibratorio, al caso de semi-soterramiento con pantallas laterales.
- Viaductos.

Los datos de excitación vibratoria en el caso concreto de túneles proceden de estudios específicos llevados a cabo por SENER en las paredes de diferentes túneles de la L.A.V. Madrid-Valladolid. Esta L.A.V está actualmente atravesada por unidades AVE/Alvia presumiblemente similares a las que circularán por las diferentes alternativas del presente estudio tras su puesta en funcionamiento. Los túneles de referencia que en su momento se estudiaron, y de donde proceden los datos experimentales utilizados en el presente estudio, son los siguientes:

- Túnel de Guadarrama, como ejemplo de túnel excavado mediante tuneladora. El punto instrumentado se halla en el interior del tubo derecho (dirección Valladolid), en las inmediaciones de la boca norte una vez superado el falso túnel inicial. La supraestructura del tramo instrumentado es del tipo vía en placa, concretamente el sistema Rheda 2000.
- Túnel de Fuentecilla, como ejemplo de túnel excavado en mina según métodos clásicos. En este caso, el punto instrumentado se halla en la pared izquierda del túnel (dirección Madrid), en las inmediaciones de la boca sur del mismo una vez superado el falso túnel inicial. En este caso, el tipo de supraestructura corresponde a una vía sobre balasto con traviesas monobloque.

De manera análoga a lo realizado en las mediciones de caracterización local de la transmisión vibratoria en los casos de vía discurriendo en túnel, se ha procedido a instrumentar un punto situado en la pared del mismo a una altura aproximada de 1,5 metros sobre la plataforma. A este efecto, se han utilizado bases metálicas de forma cúbica fijadas a la pared mediante tornillos. Sobre dichas bases metálicas se han dispuesto tres acelerómetros sísmicos de alta sensibilidad en cada una de las tres direcciones propias del túnel (ver figura 7.1.1.1), según el mismo criterio utilizado en las mediciones llevadas a cabo en los túneles ya construidos en el nuevo tramo estudiado:

- Longitudinal con respecto a su trazado.
- Tangencial con respecto a la sección de la pared del túnel.
- Normal con respecto a la superficie del túnel.



Figura 7.1.1.1: Instrumentación vibratoria triaxial en las paredes de los túneles estudiados.

La figura 7.1.1.2 ilustra el montaje experimental realizado en los dos túneles en explotación ensayados:

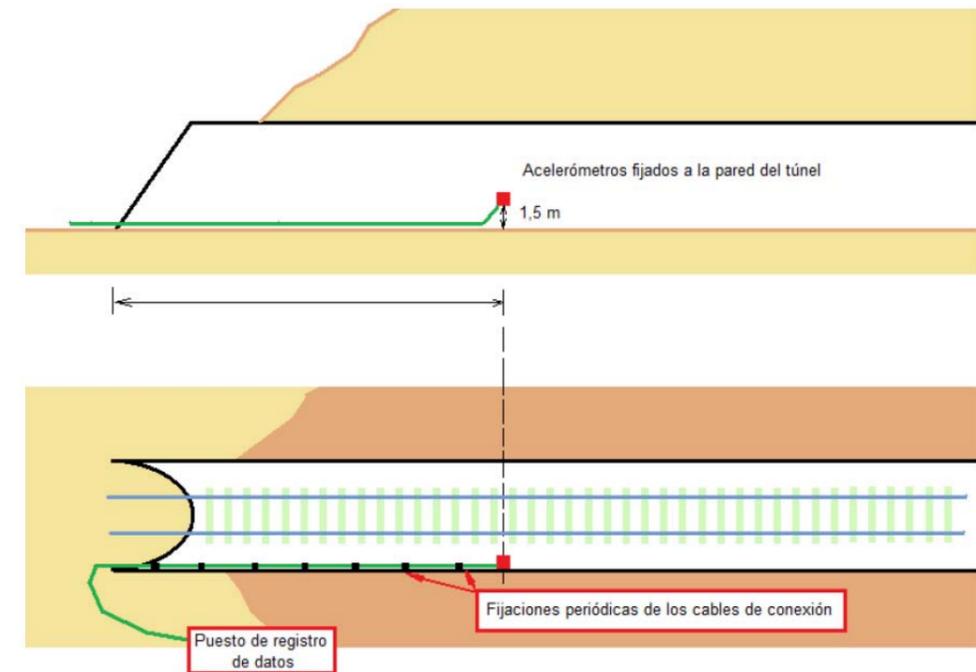


Figura 7.1.1.2: Croquis del montaje realizado en los ensayos de excitación vibratoria en túneles



Figura 7.1.1.3: Ensayos de excitación vibratoria realizados en un túnel bitubo perforado mediante tuneladora, en fase de explotación (túnel de Guadarrama, LAV Madrid-Valladolid)



Figura 7.1.1.4 : Ensayos de excitación vibratoria realizados en un túnel monotubo en mina, en fase de explotación (túnel de Fuentecilla, LAV Madrid-Valladolid)

Los datos obtenidos corresponden a circulaciones de trenes de pasajeros de velocidad alta (máximo de 250 km/h), coincidentes con los previstos para el tramo objeto de estudio. Más concretamente, se trata de unidades Talgo 250 serie 130 y CAF ATPRD serie 120. En las figuras 7.1.1.5 y 7.1.1.6 se muestran este tipo de unidades con sus respectivas distribuciones de carga por eje. Las figuras 7.1.1.7 a 7.1.1.10 muestran registros temporales de los valores vibratorios observados en la pared del túnel al paso de dichas unidades. Para la estimación de los niveles vibratorios de entrada correspondientes al paso de mercancías se ha recurrido a información de la base de datos de SENER, en la que pueden hallarse las proporciones de excitación observadas en otros contextos entre las circulaciones de mercancías y las circulaciones de trenes de alta velocidad / velocidad alta, las cuales han sido mantenidas en el presente estudio.

Adicionalmente, las figuras 7.1.1.11 a 7.1.1.13 muestran los registros temporales correspondientes a la circulación por una línea de alta velocidad preexistente de diferentes tipologías de unidades móviles (AVE Alstom serie 100, Talgo serie 102 y unidades Avant de la serie 104). En todos los casos se trata de circulaciones por supraestructura de vía sobre balasto, del tipo utilizado como estándar en las nuevas líneas de alta velocidad en el ámbito español. En todos los casos, la plataforma consistía en un terraplén. Como en el caso de los datos recogidos en túnel, los niveles vibratorios han sido posteriormente corregidos en velocidad y

distancia a fin de adaptarlos al caso real correspondiente a la conexión Pamplona-Y vasca.

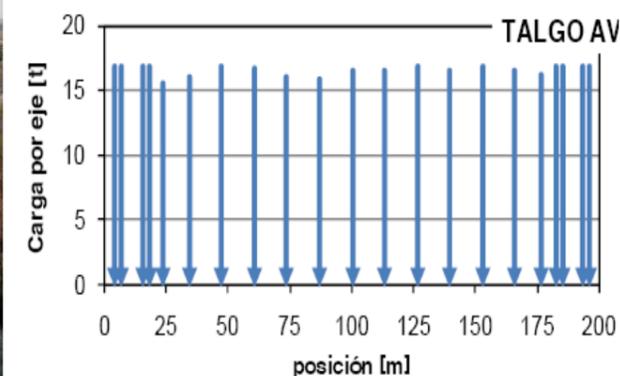


Figura 7.1.1.5: Unidad Talgo 250 serie 130 (izquierda) y distribución de cargas según la posición de sus ejes (derecha)

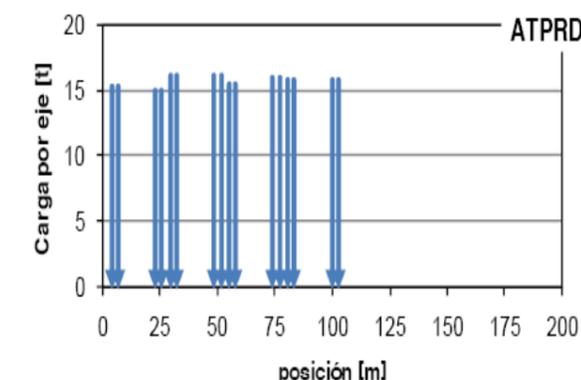


Figura 7.1.1.6: Unidad ATPRD serie 120 de CAF (izquierda) y distribución de cargas según la posición de sus ejes (derecha)

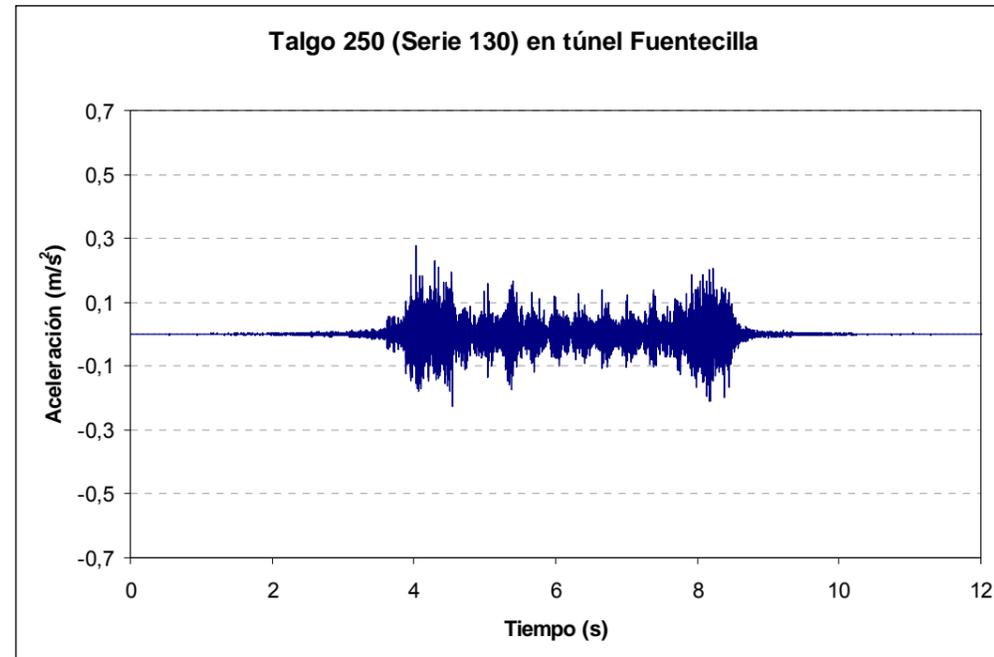


Figura 7.1.1.7: Niveles vibratorios en la pared del túnel de Fuentecilla al paso de unidades Talgo250

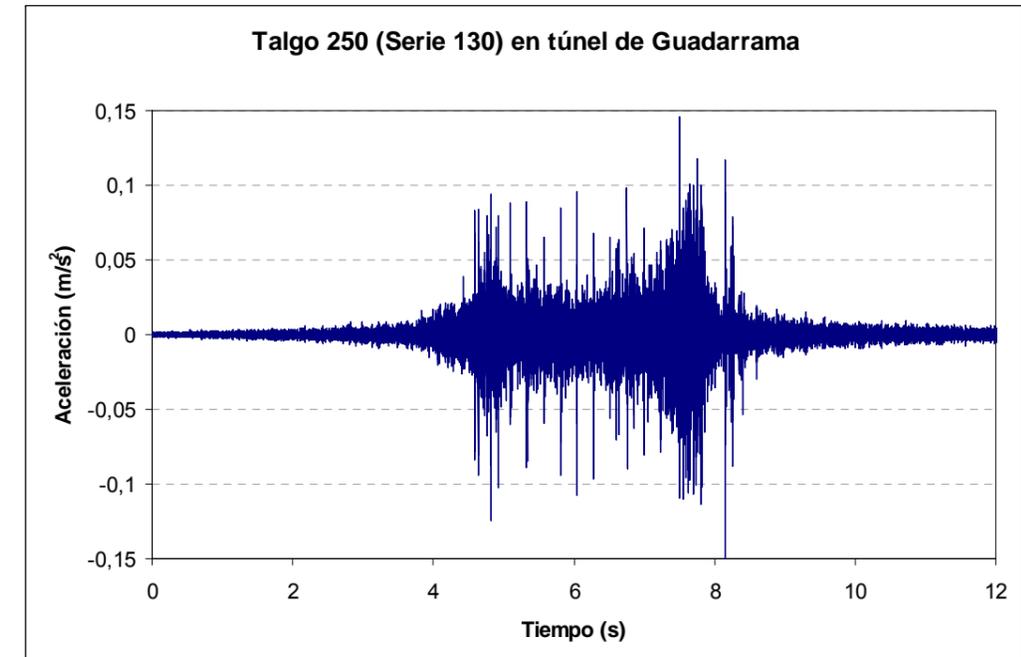


Figura 7.1.1.9: Niveles vibratorios en la pared del túnel de Guadarrama al paso de unidades Talgo250.

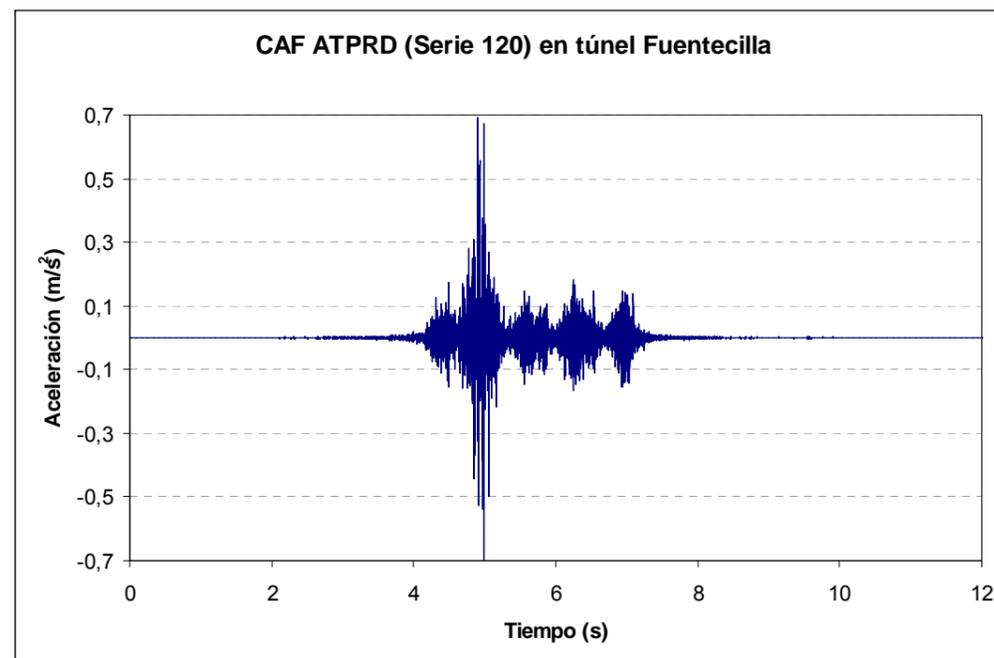


Figura 7.1.1.8: Niveles vibratorios en la pared del túnel de Fuentecilla al paso de unidades CAF ATPRD.

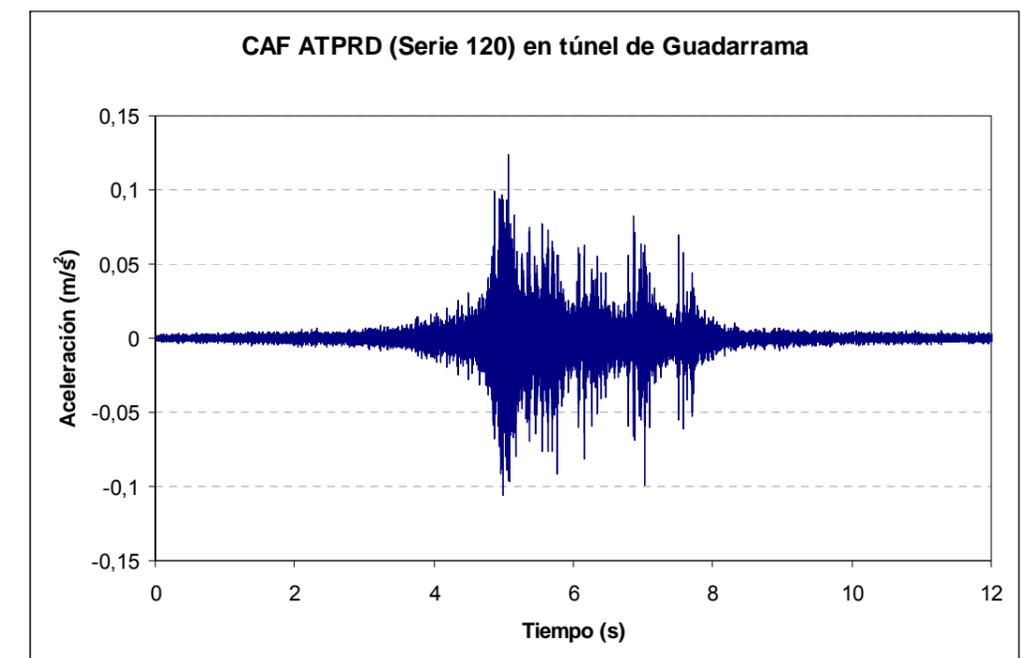


Figura 7.1.1.10: Niveles vibratorios en la pared del túnel de Guadarrama al paso de unidades CAF ATPRD

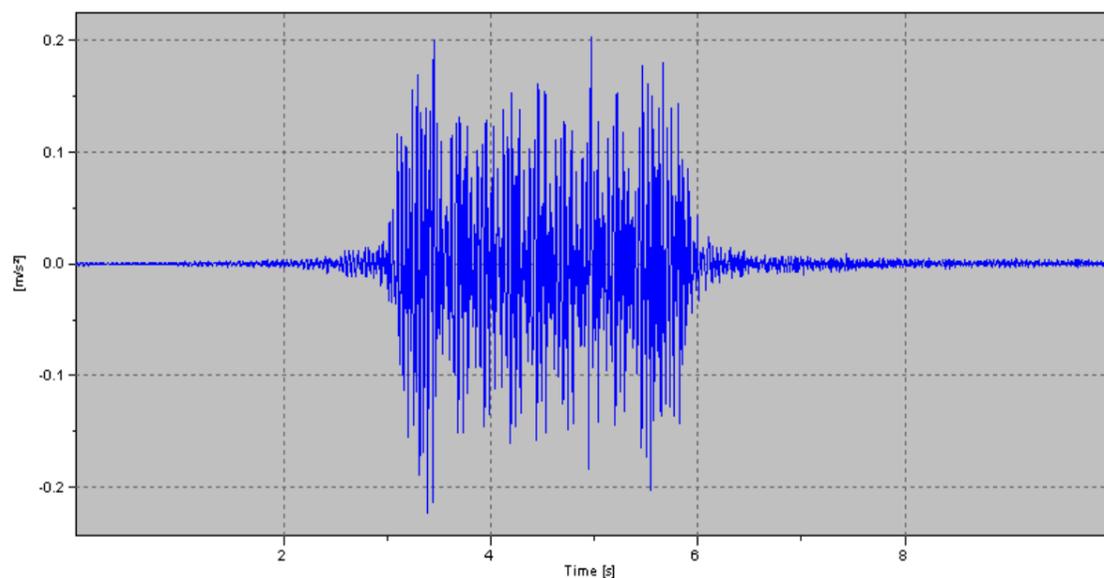


Figura 7.1.1.11: Registro temporal obtenido en las inmediaciones de una LAV preexistente al paso de unidades AVE Alstom serie 100

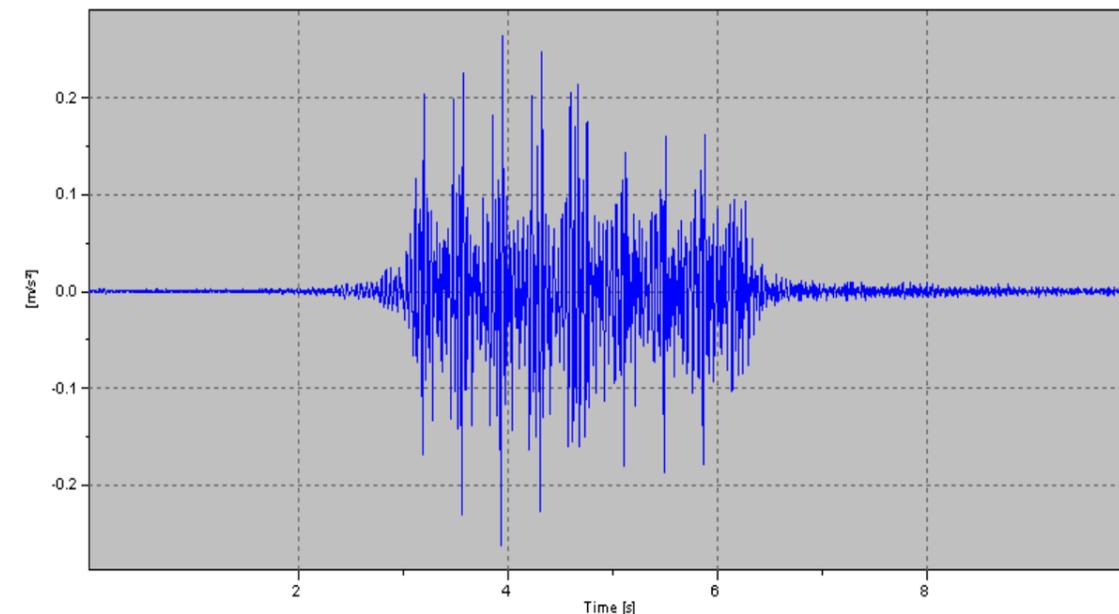


Figura 7.1.1.13: Registro temporal obtenido en las inmediaciones de una LAV preexistente al paso de unidades Avant serie 104

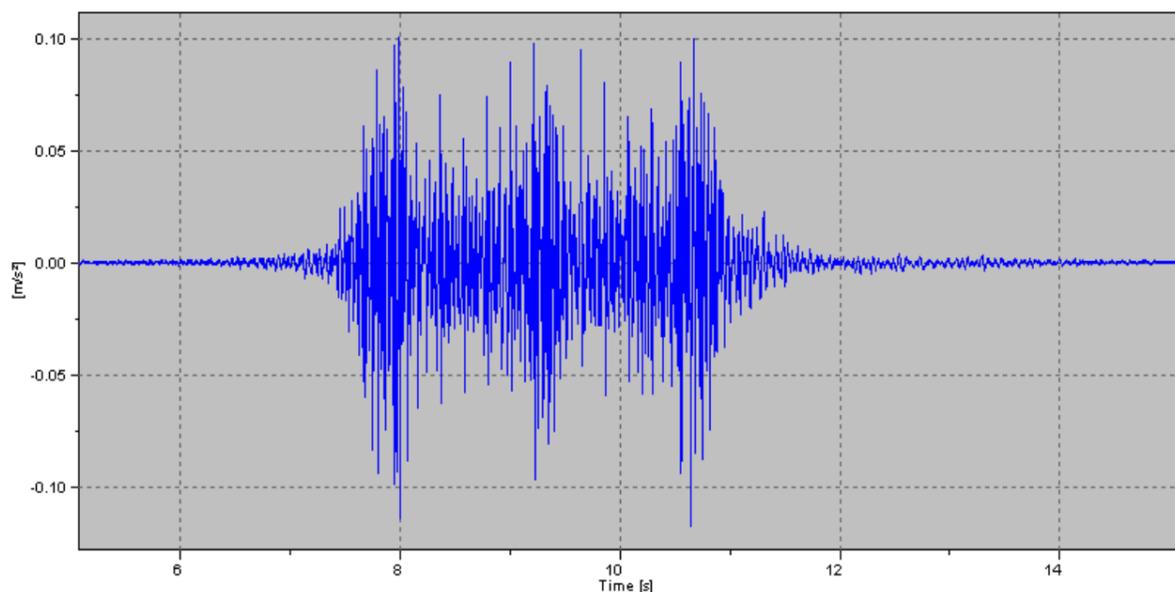


Figura 7.1.1.12 Registro temporal obtenido en las inmediaciones de una LAV preexistente al paso de unidades TALGO serie 102

7.1.2. Excitación vibratoria unidades de mercancías

En el caso de los trenes de mercancías, se han tomado como base de partida para la estimación de los niveles de excitación vibratoria futuros los registros temporales correspondientes a la circulación por una línea existente, en este caso, el Corredor del Mediterráneo a su paso por el municipio de Oropesa. Se trata de circulaciones de diferentes tipologías de unidades de mercancías por una supraestructura de vía sobre balasto con traviesas monobloque, del tipo utilizado como estándar en las nuevas líneas de alta velocidad en el ámbito español. En todos los casos, la plataforma consistía también en un terraplén. La figura 7.1.2.1 muestra un registro temporal del paso de un tren mercancías por el Corredor del Mediterráneo.

Si bien los datos recogidos en los mencionados registros no corresponden exactamente con la tipología concreta de tráfico de unidades de mercancías previstas en el tramo estudiado, se ha realizado un estudio específico para estimar los valores efectivos en dicho tramo. Los detalles de este estudio se explican a continuación.

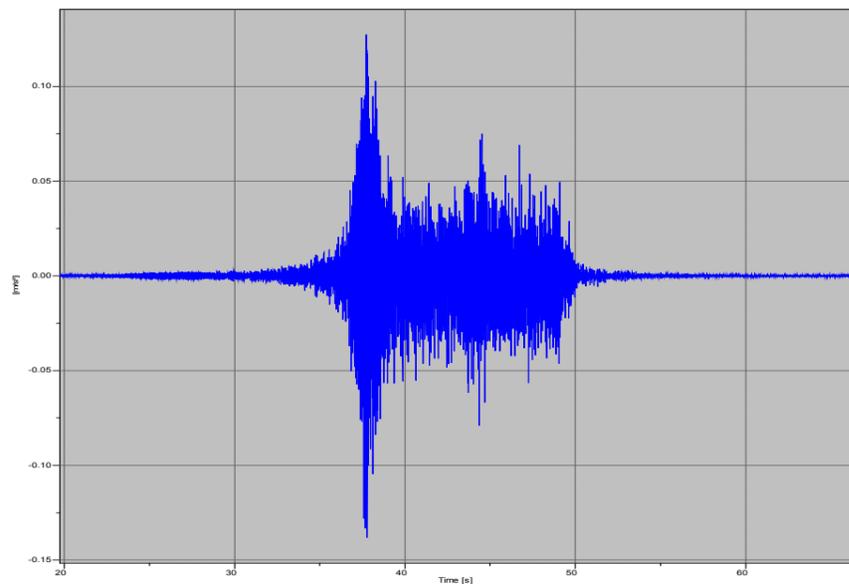


Figura 7.1.2.1: Registro temporal obtenido en el Corredor del Mediterráneo al paso de una unidad de mercancías

Como se puede observar en el registro temporal de la figura anterior, el nivel de vibración al paso de una unidad de mercancías es más elevado en el instante inicial, correspondiente al paso de la locomotora por el punto de medida, seguido de una estela uniforme de nivel inferior, correspondiente al paso de los distintos vagones de la unidad. Este fenómeno es debido a que las unidades de mercancías utilizan una locomotora bastante más pesada en comparación con los vagones. La figura 7.1.2.2 muestra la posición de los ejes y la distribución de las cargas para dos tipos de mercancías-tipo

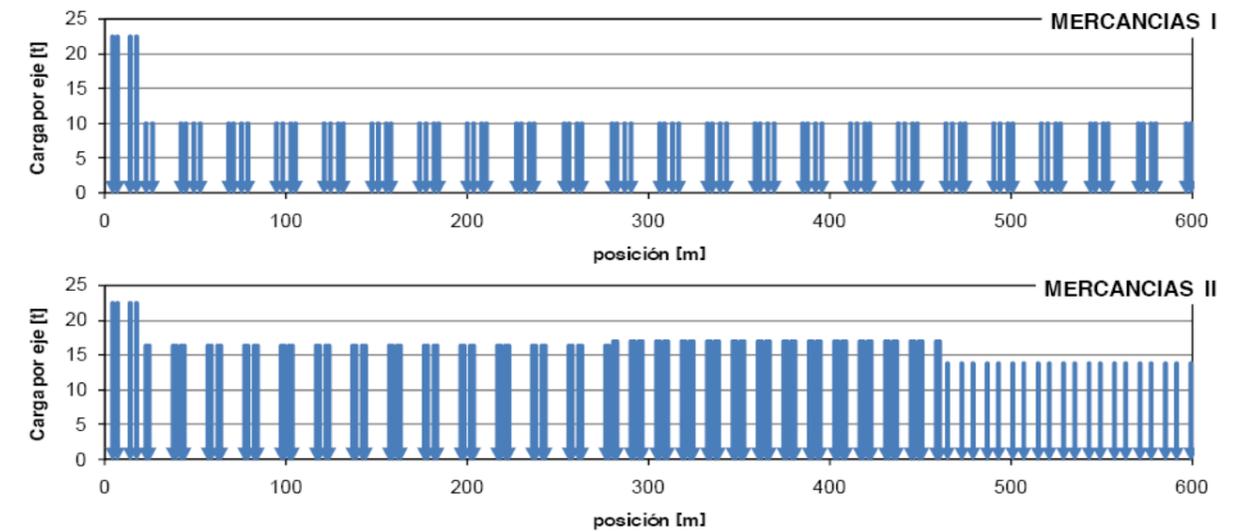


Figura 7.1.2.2: Posición de los ejes y distribución de cargas de unidades de mercancías del tipo previsto

Se asume que los trenes mercancías utilizarán locomotoras eléctricas comparables a la serie 252 y la nueva serie 253, además de las locomotoras diesel de la serie 319 y 333.3. En la tabla 7.1.2.1 aparecen resumidas las características de carga por eje de las principales locomotoras utilizadas en los trenes de mercancías.

Locomotora	Tipo	Carga por eje (toneladas)
Serie 250	Eléctrica	20,6
Serie 251	Eléctrica	23,0
Serie 252	Eléctrica	22,5
Serie 253	Eléctrica	21,8
Serie 269	Eléctrica	22,0
Serie 289	Eléctrica	21,0
Serie 319.2 / .3 / .4	Diesel	18,5 – 20,0
Serie 333.3	Diesel	20,0

Tabla 7.1.2.1: Cargas por eje de las principales locomotoras utilizadas en el transporte de mercancías. En negrita, las unidades previstas en el tramo de estudio.

Como se observa en la tabla anterior, la locomotora con un mayor peso por eje que previsiblemente circulará por el tramo de estudio es la locomotora de la serie 252 (22,5 toneladas por eje). Estas locomotoras tienen una carga por eje superior a las locomotoras registradas en el Corredor del Mediterráneo, que corresponden a locomotoras de la serie 250 (20,6 toneladas por eje).

Considerando que el nivel de vibración alcanza el máximo al paso de la locomotora, y que consecuentemente, el caso más desfavorable en cuanto a la generación de vibraciones será con la locomotora de la serie 252, la predicción de los niveles vibratorios futuros al paso de mercancías añade también una corrección de carga por eje a fin de adaptar los valores de referencia registrados en el Corredor del Mediterráneo al caso real de la futura conexión entre Pamplona y la Y vasca.

Para realizar la corrección mencionada anteriormente, se han analizado registros de vibración al paso de trenes cuyas cargas por eje sean conocidas. Para eliminar el efecto de la rugosidad y el diferente perfilado de las ruedas de los distintos trenes (que podría afectar las altas frecuencias), se han elegido unidades con dos cabezas tractoras bien diferenciadas del resto de vagones, en cuanto a cargas por eje se refiere. Esto permite analizar, para un mismo tren y para un mismo tipo de vía, la diferencia de vibración atribuible exclusivamente al incremento del peso por eje.

Un ejemplo de este tipo de trenes son el Talgo 250 serie 130, el Talgo 350 serie 102 y el AVE serie 100 de Alstom. Un ejemplo de registro temporal de la vibración provocada por una de estas unidades se muestra en la figura 3-16, donde se diferencia el paso de las locomotoras (al principio y al final) y el paso de los vagones. Analizando los registros temporales del paso de las locomotoras y vagones por separado se puede comprobar mediante un análisis frecuencial el comportamiento, para cada banda de tercio de octava, de la vibración generada para los distintos casos (ver figura 3-17)

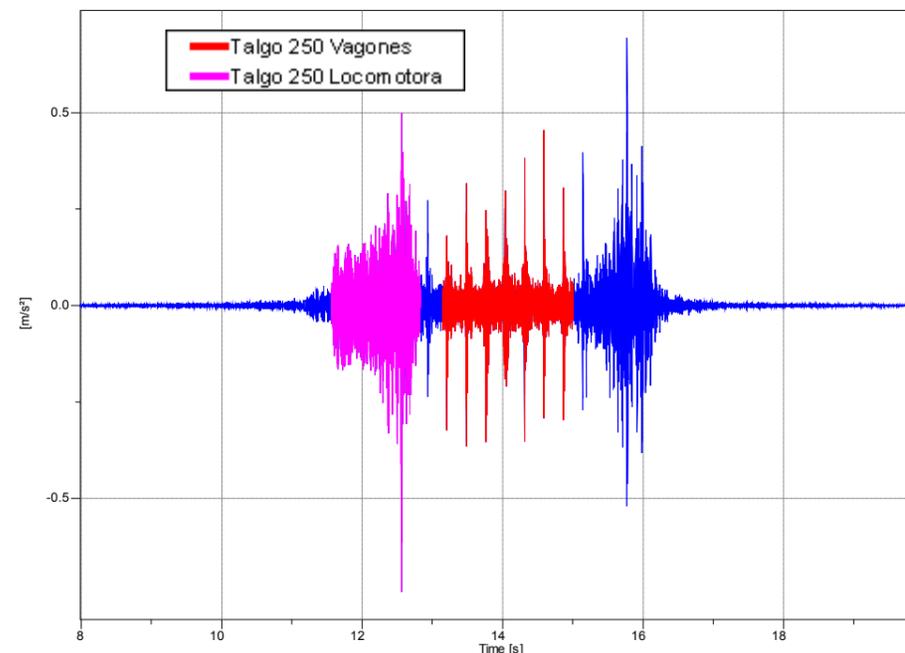


Figura 7.1.2.3: Registro temporal generado al paso de una unidad Talgo 250 serie 130 a 3 m de la vía

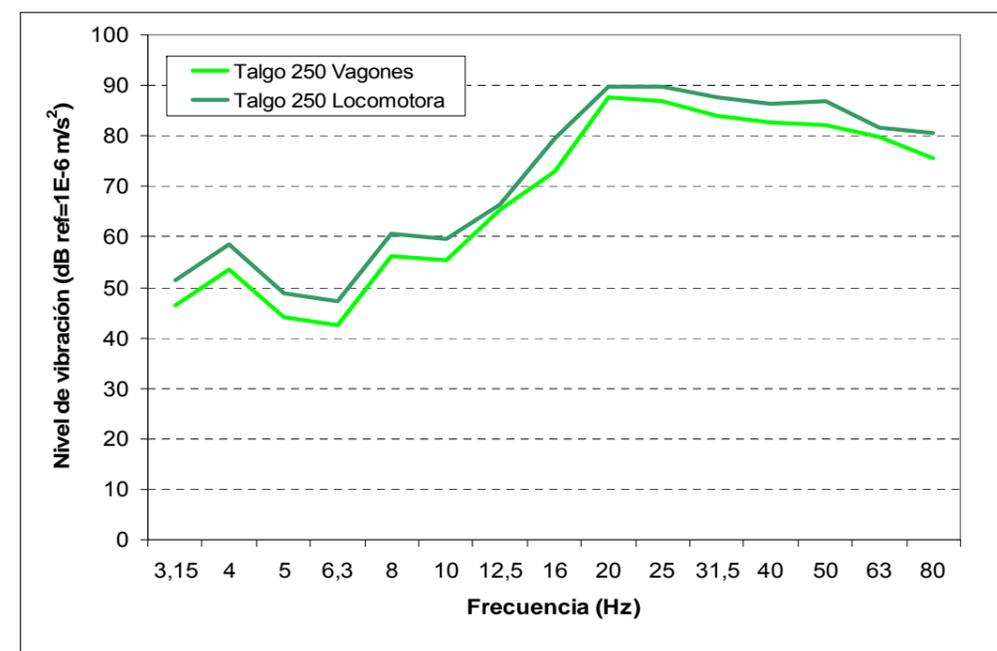


Figura 7.1.2.4: Diferencia del nivel de vibración generado por la locomotora y los vagones de una unidad Talgo 250 serie 130 a 3 m de la vía

En este caso, se ha recurrido a información de la base de datos de SENER para realizar un análisis de estos tipos de trenes a partir de datos registrados en otros proyectos. En la tabla 7.1.2.2 aparecen las unidades analizadas y el lugar donde se realizaron dichas medidas.

Tipo de unidad móvil	Lugar de los registros	Proyecto
Talgo 250 Serie 130	Fuentecilla / Guadarrama	L.A.V. Madrid – Valladolid
Talgo 350 Serie 102	Torreón de Velasco	L.A.V. Madrid – Sevilla
AVE Alstom Serie 100	Torreón de Velasco	L.A.V. Madrid – Sevilla
Euromed Serie 101	Oropesa del Mar	Corredor del Mediterráneo

Tabla 7.1.2.2: Unidades analizadas y lugar donde se realizaron las medidas

Finalmente, mediante el promedio de todas las medidas analizadas, se encuentra la corrección a aplicar al nivel de vibración para un incremento de 1,9 toneladas adicionales en la carga por eje. La figura 3-18 muestra la diferencia entre el nivel de vibración generado por un tren de mercancías con una locomotora de la serie 250 y el nivel corregido para un tren con la locomotora de la serie 252.

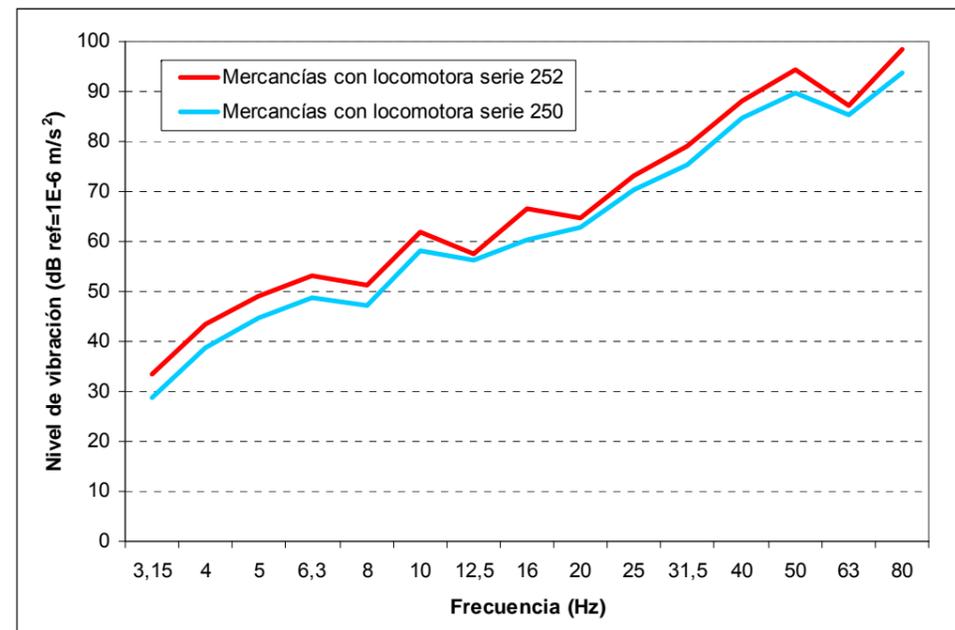


Figura 7.1.2.5: Diferencia del nivel de vibración generado a 3 m de la vía (vía sobre balasto) por un tren mercancías con locomotora 250 y el nivel corregido para uno con locomotora 252

Con todo lo expuesto anteriormente, la tabla muestra un resumen de las características de excitación consideradas para cada uno de los puntos donde sea necesario la realización de los cálculos de predicción vibratoria. En cuanto a las velocidades elegidas para los trenes de tipo mercancías, las predicciones de niveles vibratorios se han efectuado teniendo en cuenta una velocidad de 100 km/h, lo cual asegura una homogeneidad con otras vías de Alta Velocidad similares en las cuales transitan tráficos de mercancías.

7.2. CARACTERÍSTICAS ELÁSTICAS DE LA SOLUCIÓN GENERAL DE SUPRAESTRUCTURA

La solución de supraestructura prevista con carácter general se basa en el uso de traviesas monobloc dispuestas sobre balasto, salvo en el caso de los túneles bi-tubo.

Las características asumidas de la solución de supraestructura básica son las siguientes:

- Para el caso de vía sobre balasto: traviesas monobloc en hormigón de 298 kg de peso total, dispuestas cada 60 cm sobre balasto de 1500 kg/m³. Las fijaciones se suponen de una rigidez estática de 115 MN/m.
- Para el caso de vía en placa en túneles bi-tubo: vía en placa tipo RHEDA2000, con una distancia entre fijaciones de 60 cm y una rigidez estática por fijación de 22.5 MN/m.

7.3. TRANSMISIÓN VIBRATORIA EN EL TERRENO

Una vez caracterizados los niveles de partida de intensidad de emisión vibratoria para el conjunto de casos analizados, se ha abordado el estudio de su transmisión en el terreno circundante de acuerdo con una metodología semi-empírica. De acuerdo con dicha metodología, en los diferentes estudios locales de caracterización vibratoria realizados se ha asumido el cumplimiento de la Ley de Barkan de transmisión de vibraciones en el terreno:

$$\frac{V_b}{V_a} = \left(\frac{r_a}{r_b}\right)^\gamma e^{\alpha(r_a-r_b)}$$

donde los parámetros γ y α son respectivamente los coeficientes de atenuación geométrica y de amortiguamiento del material, los cuales dependen de las características geológicas concretas de cada lugar. La tabla 7.3.1 muestra un conjunto de valores empíricos reportados por diferentes investigadores.

Investigator	Soil Type	Geometric Attenuation, γ
Wiss (1967)	Sands	1.0
	Clays	1.5
Brenner & Chittikuladilok	Surface sands	1.5
	Sand fill over soft clays	0.8 - 1.0
Attewell & Farmer	Various soils, generally firm	1.0
Nicholls, Johnson & Duvall	Firm soils and rock	1.4 - 1.7
Martin	Clay	1.4
	Silt	0.8
Amick & Ungar	Clay	1.5

Investigator	Soil Type	α , m ⁻¹
Forsblad	Silty gravelly sand	0.13
Richart	4-6 in concrete slab over compact granular fill	0.02
Woods	Silty fine sand	0.26
Barkan	Saturated fine grain sand	0.10
	Saturated fine grain sand in frozen state	0.06
	Saturated sand with laminae of peat and organic silt	0.04
	Clayey sand, clay with some sand, and silt above water level	0.04
	Marly chalk	0.1
	Loess and loessial soil	0.1
	Saturated clay with sand and silt	0.0-0.12
Dalmatov, et al.	Sand and silts	0.026-0.36
Clough and Chameau	Sand fill over Bay Mud	0.05-0.2
	Dune sand	0.026-0.065
Peng	Soft Bangkok clay	0.026-0.44

Tabla 7.3.1: Diferentes coeficientes experimentales de transmisión vibratoria reportados en la literatura especializada disponible.

Tratándose de un estudio preliminar general, la transmisión vibratoria del terreno no se ha caracterizado experimentalmente mediante dispositivos de excitación artificial de vibraciones. Este factor ha sido estimado a partir de datos geotécnicos y de la información disponible en la bibliografía con respecto a las características de transmisión vibratorias de diferentes tipos de terreno.

Se consideran, de manera aproximada, los siguientes coeficientes, a partir de la información disponible en la base de datos de SENER.

- Atenuación geométrica: $\gamma=1.1$ (terraplén)
- Atenuación geométrica: $\gamma=1.5$ (túnel)
- Amortiguamiento de material (damping): $\alpha=0.08$

Otro elemento a tener en cuenta es el potencial efecto de los viaductos en la transmisión al terreno de las vibraciones generadas por el paso de unidades móviles. En ausencia de resonancias al paso del tren (la cuales se suponen previstas y evitadas en el diseño de cada uno de los viaductos) puede considerarse que un viaducto introduce una atenuación vibratoria con respecto a las condiciones de vía normal. Las indicaciones de la *Federal Transit Administration*, sugieren una atenuación media de 10 dB por este factor, en base a observaciones experimentales, confirmadas por la experiencia de SENER al respecto.

Todos los valores y parámetros anteriores se asumen como simplificación razonable del problema, teniendo en cuenta el contexto en el que se encuadra el presente estudio. Un análisis más exhaustivo exigiría un conjunto de ensayos sobre el terreno para determinar las características espectrales de transmisión vibratoria en cada uno de los casos críticos detectados. Este estudio queda reservado a futuras etapas del diseño de la línea (proyecto constructivo de plataforma y/o proyecto de protección acústica y vibratoria).

7.4. EFECTO VIBRATORIO DE LA ESTRUCTURA DEL EDIFICIO

El siguiente eslabón en la cadena de transmisión vibratoria hasta el interior del edificio receptor es el papel que juegan sus características constructivas específicas en la amplificación o atenuación de las vibraciones recibidas a pie de edificio. A este respecto, cabe enumerar los siguientes fenómenos y aspectos que pueden potencialmente coexistir en la transmisión de vibraciones por la estructura del receptor:

- Efecto de desacoplamiento de los cimientos.
- Atenuación de la transmisión vibratoria entre pisos.
- Amplificación vibratoria por resonancia de forjados.

Con respecto a la cuantificación del papel jugado por cada uno de los factores anteriores existe una considerable dispersión de valores. Una de las primeras tentativas de sistematización, en base a los factores anteriormente citados, del comportamiento esperable de las estructuras de las edificaciones con respecto a la transmisión vibratoria la emprendió la *Federal Transit Administration* del Departamento de Transporte de los Estados Unidos a partir de una campaña extensiva de mediciones realizada al efecto. En la tabla 7.4.1 se muestran los valores experimentales típicos de amplificación/atenuación para distintas características de edificios recogidos en la literatura técnica.

Hay que remarcar, sin embargo, que existe en la práctica una gran variabilidad en estos factores, por lo que los valores mostrados en la tabla 3-6 debieran tomarse tan sólo a nivel indicativo. En casos de receptores especialmente sensibles (hospitales, etc.) resulta imperativa la realización de ensayos específicos que permitan cuantificar con precisión el comportamiento específico del edificio estudiado en cuanto a la transmisión vibratoria.

CONCEPTO	CLASIFICACIÓN	CORRECCIÓN
Desacoplamiento con los cimientos	1-2 pisos	-7 dB
	más de 2 pisos	-10 dB
	edificio con cimientos extendidos	-13 dB
	Cimentación sobre roca	0 dB
Atenuación entre pisos	1 a 5 pisos	- 2 dB/piso
	5 a 10 pisos	- 1 dB/piso
Resonancia de forjados		+6 dB

Tabla 7.4.1: Factores de corrección por efecto del edificio.

7.5. PREVISIÓN DE NIVELES VIBRATORIOS

7.5.1. Alternativa H

La tabla 7.5.1.1 muestra la previsión de niveles vibratorios en el interior de los receptores a ambos lados de la alternativa de trazado H, expresado de acuerdo con los indicadores L_{aw} y K .

Rec	PK	Descripción	Uso	Valores objetivo		Dist. (m)	Tipo supraestructura	v max	Law S120	Law S130	Law mercancías	K S120	K S130	K mercancías
				Law dB(A)	K dB(A)									
R2	9+100	Casas y naves en Erroz	Residencial	75	1,4	90	Terraplen	250	-7,17	-8,5	-9,11	7,60E-05	7,10E-05	6,50E-05
R5	10+800	Iglesia y sacristía de Urritzola	Religioso	72	1	80	Terraplen	250	0,89	-0,41	-1	1,90E-04	1,80E-04	1,60E-04
R9	16+160	Cementerio en Hiriberri	Religioso	72	1	106	Terraplen	250	-19,8	-21,2	-21,8	1,70E-05	1,60E-05	1,51E-05
R37	13+000	Gasolinera y bar/restaurante	Comercial	-	4	48	Terraplen	250	28	26,7	26,1	0,004	0,003	0,004
R38	15+900	Casas y naves al norte de Villanueva	Residencial	75	1,4	133	Terraplen	250	-40,7	-42,1	-42,7	1,60E-06	1,50E-06	1,40E-06
R40	21+500	Monasterio de Zamartze y naves	Religioso	72	1,4	92	Terraplen	250	-8,7	-10,1	-10,7	6,30E-05	5,90E-05	5,40E-05
R43	25+150	Casa abandonada	Residencial	75	1,4	150	Terraplen	250	-53,7	-55,1	-55,6	3,60E-07	3,30E-07	3,10E-07
R45	26+500	Naves industriales al norte de Lakuntza	Industrial	-	8	120	Terraplen	250	-30,7	-32	-32,7	5,00E-06	4,70E-06	4,30E-06
R68	47+000	Caserío en Idiazábal	Residencial	75	1,4	40	Tunel	250	-0,96	-2,27	-2,9	0,00015	1,40E-04	1,30E-04
R69	48+000	Caseríos dispersos al norte de Idiazábal	Residencial	75	1,4	52	Terraplen	250	24,4	23,1	22,5	3,00E-03	0,0027	0,0025
R70	51+100	Caserío en camino Salbatore Auzoa	Residencial	75	1,4	91	Tunel	250	-4,9	-6,3	-6,9	0,000098	9,20E-05	8,40E-05
R72	54+300	Caseríos junto a la conexión con Y vasca	Residencial	75	1,4	18	Terraplen	250	58,2	56,9	56,3	0,14	0,13	0,12
R73	(1+400)	Casas y chalets en Santa Lutzi-Anduaga	Residencial	75	1,4	35	Terraplen	100	32,1	30,8	38,1	0,007	0,0065	0,015

Tabla 7.5.1.1: Previsión de niveles vibratorios en el interior de los receptores a ambos lados de la alternativa de trazado H

Puede verse en la tabla 7.5.1.1 que no se identifica en esta etapa del estudio ningún punto en la alternativa de trazado H para el que sea necesario introducir contramedidas especiales de amortiguación vibratoria.

7.5.2. Alternativa V

La tabla 7.5.3.1 muestra la previsión de niveles vibratorios en el interior de los receptores a ambos lados de la alternativa de trazado V, expresados de acuerdo con los indicadores L_{aw} y K .

Rec	PK	Descripción	Uso	Valores objetivo		Dist. (m)	Tipo supraestructura	v max	Law S120	Law S130	Law mercancías	K S120	K S130	K mercancías
				Law dB(A)	K dB(A)									
R2	9+100	Casas y naves en Erroz	Residencial	75	1,4	90	Terraplen	250	-7,17	-8,48	-9,11	7,6E-05	7,1E-05	6,5E-05
R5	10+800	Iglesia y sacristía de Urritzola	Religioso	72	1	80	Terraplen	250	0,89	-0,41	-1,04	2,0E-04	1,8E-04	1,6E-04
R6	14+100	Aldea de Zuhatzu	Residencial	75	1,4	170	Terraplen	250	-68,8	-70,1	-70,8	6,3E-08	5,8E-08	5,4E-08
R16	22+000	Viviendas y complejo deportivo Itxesi	Residencial	75	1,4	30	Terraplen	250	45	43,7	40,1	3,1E-02	2,8E-02	2,6E-02
R20	28+400	Naves industriales	Industrial	-	8	68	Terraplen	230	10	8,7	8,8	5,5E-04	5,1E-04	5,1E-04
R21	29+400	Casa y naves (Iñurribide)	Residencial	75	1,4	5	Terraplen	230	78,7	77,4	77,5	1,5E+00	1,4E+00	1,4E+00
R22	30+300	Naves en Arluzepe kalea	Industrial	-	8	66	Terraplen	230	11,7	10,4	10,5	6,7E-04	6,3E-04	6,3E-04
R24	33+600	Casas en Barrenkale	Residencial	75	1,4	17	Terraplen	230	58,7	57,4	57,5	1,5E-01	1,4E-01	1,4E-01
R26	36+000	Caserío y naves	Residencial	75	1,4	20	Terraplen	250	55,8	54,5	53,9	1,1E-01	1,0E-01	9,0E-02
R27	37+550	Casas e industria junto autovía en Alsasua	Residencial	75	1,4	103	Terraplen	250	-17,5	-18,8	-19,4	2,3E-05	2,1E-05	2,0E-05
R29	41+500	Viviendas al sur de Olazagutia	Residencial	75	1,4	30	Terraplen	250	45	43,7	43,1	3,0E-02	2,8E-02	2,6E-02
R30	41+900	Casas de campo con huerto	Residencial	75	1,4	24	Terraplen	250	51,3	50	49,4	6,5E-02	6,0E-02	5,5E-02
R31	45+000	Gasolinera y oficinas	Industrial	-	8	47	Terraplen	250	28,9	27,6	27	4,9E-03	4,5E-03	4,1E-03
R32	47+800	Cementerio en Andoin	Religioso	72	1,4	32	Terraplen	230	42,3	41	41,1	2,3E-02	2,1E-02	2,1E-02
R33	48+500	Aldea de Iburguren	Residencial	75	1,4	38	Terraplen	230	36,5	35,1	35,2	1,2E-02	1,9E-02	1,1E-02
R34	49+850	Aldeas de Urbain y Durruma	Residencial	75	1,4	56	Terraplen	230	20,3	18,9	19	1,8E-02	1,7E-03	1,7E-02
R35	52+300	Naves industriales en la A-3138	Industrial	-	8	58	Terraplen	250	19,3	17,9	17,3	1,6E-03	1,5E-03	1,4E-03
R48	33+550	Casas y naves industriales al norte de Bakaiku	Residencial	75	1,4	180	Terraplen	240	-76,7	-78	-78,2	2,6E-08	2,4E-08	2,3E-08
R49	36+150	Naves y depuradora al norte de Urdiain	Industrial	-	8	72	Terraplen	250	7,5	6,2	5,5	4,1E-04	3,8E-04	3,5E-04
R51	68+000	Polígono industrial en Dulantzi	Industrial	-	8	40	Terraplen	250	38,3	37	36,37	1,4E-03	1,3E-03	1,2E-02
R52	68+500	Viviendas junto estación Dulantzi	Residencial	75	1,4	40	Terraplen	250	38,3	37	36,37	1,4E-03	1,3E-03	1,2E-02
R53	69+200	Fábrica de tubos en Dulantzi	Industrial	-	8	52	Terraplen	250	27,4	26,15	25,53	4,0E-03	3,8E-03	3,5E-03
R54	70+600	Ercita y casas en Elburgo	Religioso	72	1	20	Terraplen	250	58,8	57,5	56,89	1,5E-01	1,4E-01	1,3E-01
R55	71+000	Viviendas en Elburgo	Residencial	75	1,4	92	Terraplen	250	-5,78	-7,08	-7,71	9,0E-05	8,4E-05	7,7E-05
R56	72+400	Cementerio y viviendas en Oreitia	Religioso	72	1	40	Terraplen	250	38,3	37	36,37	1,4E-03	1,3E-03	1,2E-02

Tabla 7.5.3.1: Previsión de niveles vibratorios en el interior de los receptores a ambos lados de la alternativa de trazado V

Para esta alternativa de trazado puede verse que en el caso del receptor R21 está previsto que se produzcan rebases con respecto a los niveles vibratorios admitidos, debido a la gran cercanía de este receptor al trazado. En principio, pues, deberá preverse algún tipo de actuación en la línea a la altura de este receptor, a fin de atenuar los niveles de vibración que éste recibe. Teniendo en cuenta el rebase previsto, se considera que el uso de una manta elastomérica bajo balasto introducirá la atenuación requerida. Como primera aproximación en el dimensionamiento de dicha contramedida se consideran los siguientes parámetros:

- Manta elastomérica de espesor aproximado de 25mm, con una elasticidad dinámica entre 20 MN/mm³ y 40 MN/mm³
- Disposición por debajo de balasto entre los PPKK 29+220 y 29+350.

El dimensionamiento exacto definitivo de la solución antivibratoria deberá hacerse en fase de proyecto constructivo o de estudio detallado de impacto acústico/vibratorio.

8. CONCLUSIONES

De acuerdo con las predicciones realizadas, se contempla en la presente etapa de estudio informativo la necesidad de introducir protecciones acústicas en los siguientes puntos, para cada una de las alternativas de trazado:

Alternativa H

Rec	Exceso dB(arriba)	PK	Descripción
R2	3,0	9+100	Casas y naves en Erroz
R5	8,7	10+800	Iglesia y sacristía de Urritzola
R9	7,0	16+160	Cementerio en Hiriberri
R38	0,8	15+900	Casas y naves al norte de Villanueva
R40	7,8	21+500	Monasterio de Zamartze y naves
R72	12,1	54+300	Caseríos junto a la conexión con Y vasca
R73	6,7	(1+400)	Casas y chalets en Santa Lutzi-Anduaga

Alternativa V

Rec	Exceso dB(arriba)	PK	Descripción
R2	3,0	9+100	Casas y naves en Erroz
R5	8,7	10+800	Iglesia y sacristía de Urritzola
R16	10,4	22+000	Viviendas y complejo deportivo Itxesi
R21	16,7	29+400	Casa y naves (Iñurribide)
R24	11,9	33+600	Casas en Barrenkale
R26	11,7	36+000	Caserío y naves
R27	2,2	37+550	Casas e industria junto autovía en Alsasua
R29	10,4	41+500	Viviendas al sur de Olazagutia
R30	11,1	41+900	Casas de campo con huerto
R32	14,6	47+800	Cementerio en Andoin

Rec	Exceso dB(arriba)	PK	Descripción
R33	3,5	48+500	Aldea de Iburguren
R34	5,6	49+850	Aldeas de Urabain y Durruma
R52	8,7	68+500	Viviendas junto estación Dulantzi
R54	16,7	70+600	Ermita y casas en Elburgo
R55	2,8	71+000	Viviendas en Elburgo
R56	13,7	72+400	Cementerio y viviendas en Oreitia

Las características de las protecciones acústicas se estiman las siguientes:

- Altura de 3 metros por encima del plano de rodadura.
- Ejecución en hormigón fonoabsorbente para los tramos en terraplén.
- Ejecución en pantallas metálicas con núcleo fonoabsorbente para los tramos en viaducto.

Los PPKK a dotar de protección acústica se estiman los siguientes:

Alternativa H

Rec	Margen Izquierdo			Margen Derecho		
	PK Inicio	PK Fin	Longitud (m)	PK Inicio	PK Fin	Longitud (m)
R2	9+150	9+250	100	-	-	-
R5	10+710	10+940	230	-	-	-
R9	16+170	16+350	180	-	-	-
R38	15+820	15+940	120	-	-	-
R40	-	-	-	21+370	21+630	260
R71	54+210	54+390	180	-	-	-

Total: **1.070** metros

Alternativa V

Rec	Margen Izquierdo			Margen Derecho		
	PK Inicio	PK Fin	Longitud (m)	PK Inicio	PK Fin	Longitud (m)
R2	9+150	9+250	100	-	-	-
R5	10+710	10+940	230	-	-	-
R16	-	-	-	21+850	22+150	300
R21	29+360	29+440	80	29+360	29+440	80
R24	33+560	33+660	100	33+560	33+660	100
R26	-	-	-	35+890	36+000	110
R27	37+420	37+530	120	37+420	37+530	120
R29	41+500	41+720	220	41+500	41+720	220
R30	-	-	-	41+720	42+070	350
R32	-	-	-	47+720	47+940	220
R33	48+420	48+560	140	-	-	-
R34	-	-	-	49+700	49+950	250
R52	68+480	68+720	240	-	-	-
R54	70+530	70+820	290	70+560	70+670	110
R55	70+920	71+070	150	-	-	-
R56	72+250	72+370	120	72+350	72+450	100

Total: **3.750** m

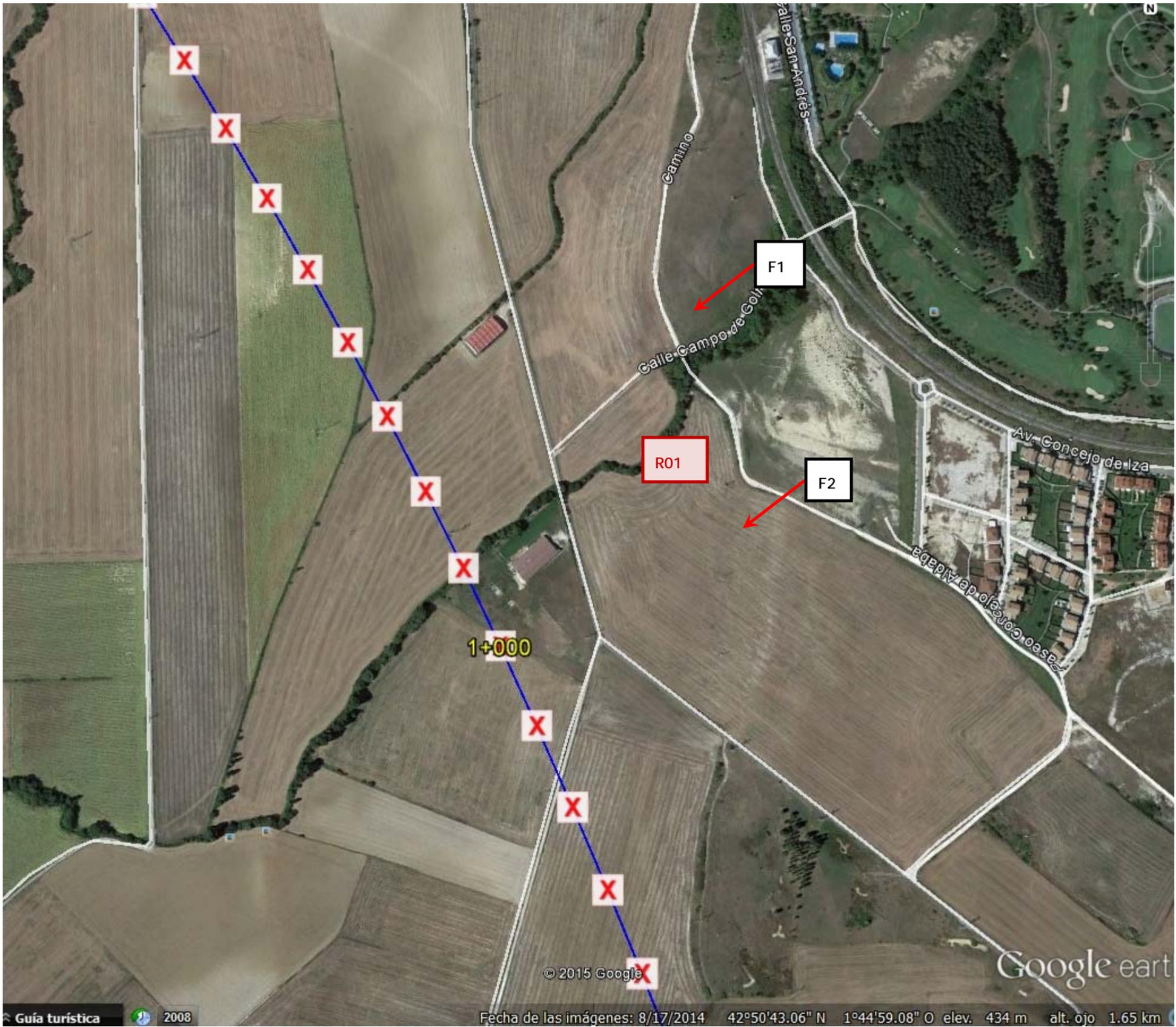
Con respecto a la protección contra el impacto de las vibraciones generadas al paso de las nuevas unidades, no se prevé en esta etapa del estudio la necesidad de introducir contramedidas especiales en la variante de trazado H. Para la variante V, se prevé la necesidad de utilizar medidas de atenuación vibratoria en el caso del receptor R21, dada su gran proximidad a la línea. Teniendo en cuenta las circunstancias concretas de este receptor y el nivel de rebase previsto, se considera que una solución anti-vibratoria basada en la disposición de una manta

elastomérica bajo la supraestructura será suficiente para alcanzar los niveles vibratorios adecuados en el mencionado receptor. Como primera aproximación en el dimensionamiento de dicha contramedida se consideran los siguientes parámetros:

- Manta elastomérica de espesor aproximado de 25mm, con una elasticidad dinámica entre 20 MN/mm³ y 40 MN/mm³
- Disposición por debajo de balasto entre los PPKK 29+220 y 29+350.

El dimensionamiento exacto definitivo de la solución antivibratoria deberá hacerse durante la etapa inmediatamente previa al proyecto de vía.

ANEXO 1
REPORTAJE FOTOGRÁFICO DE RECEPTORES

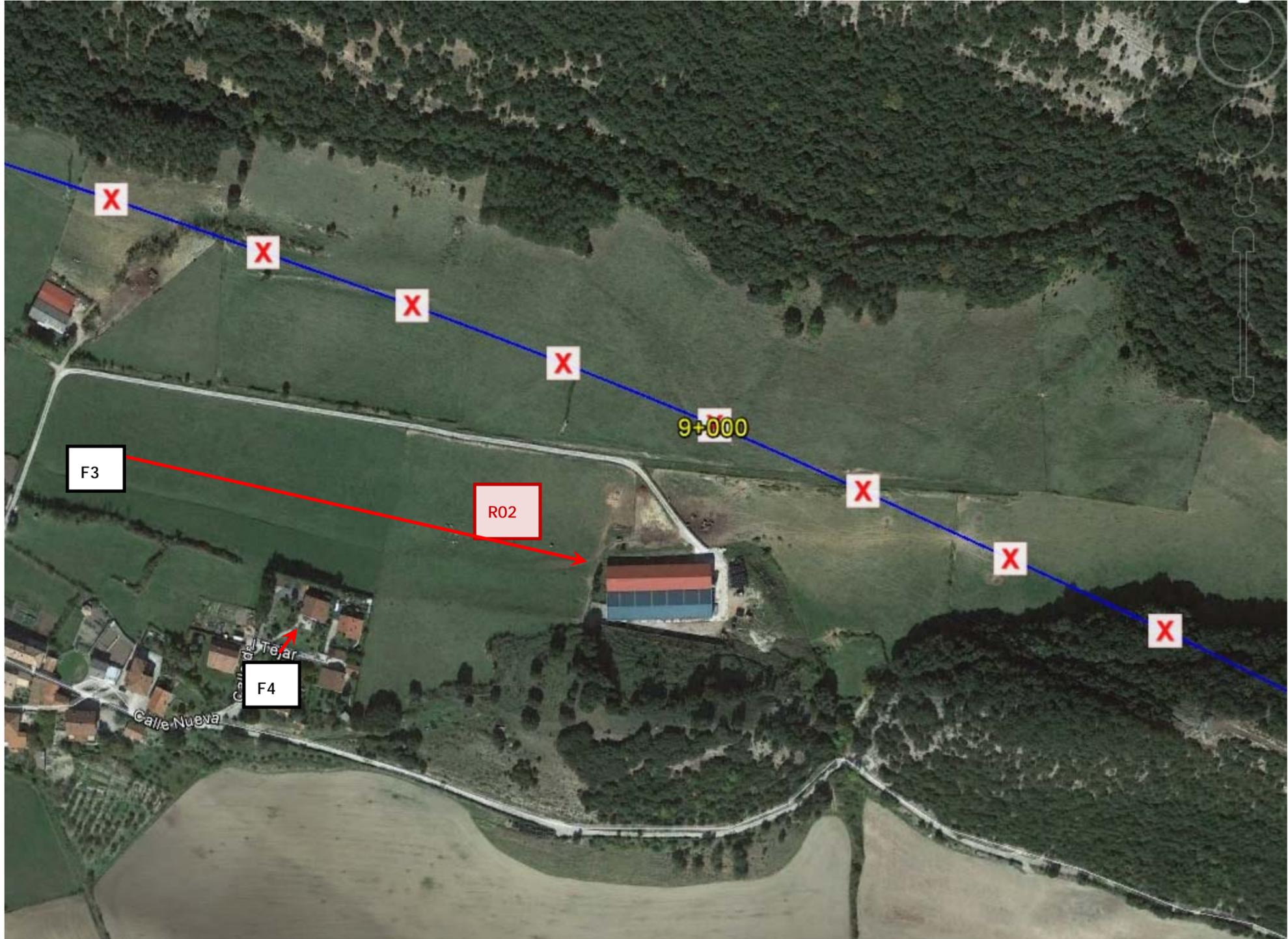




Fotografía F1



Fotografía F2





Fotografia F3

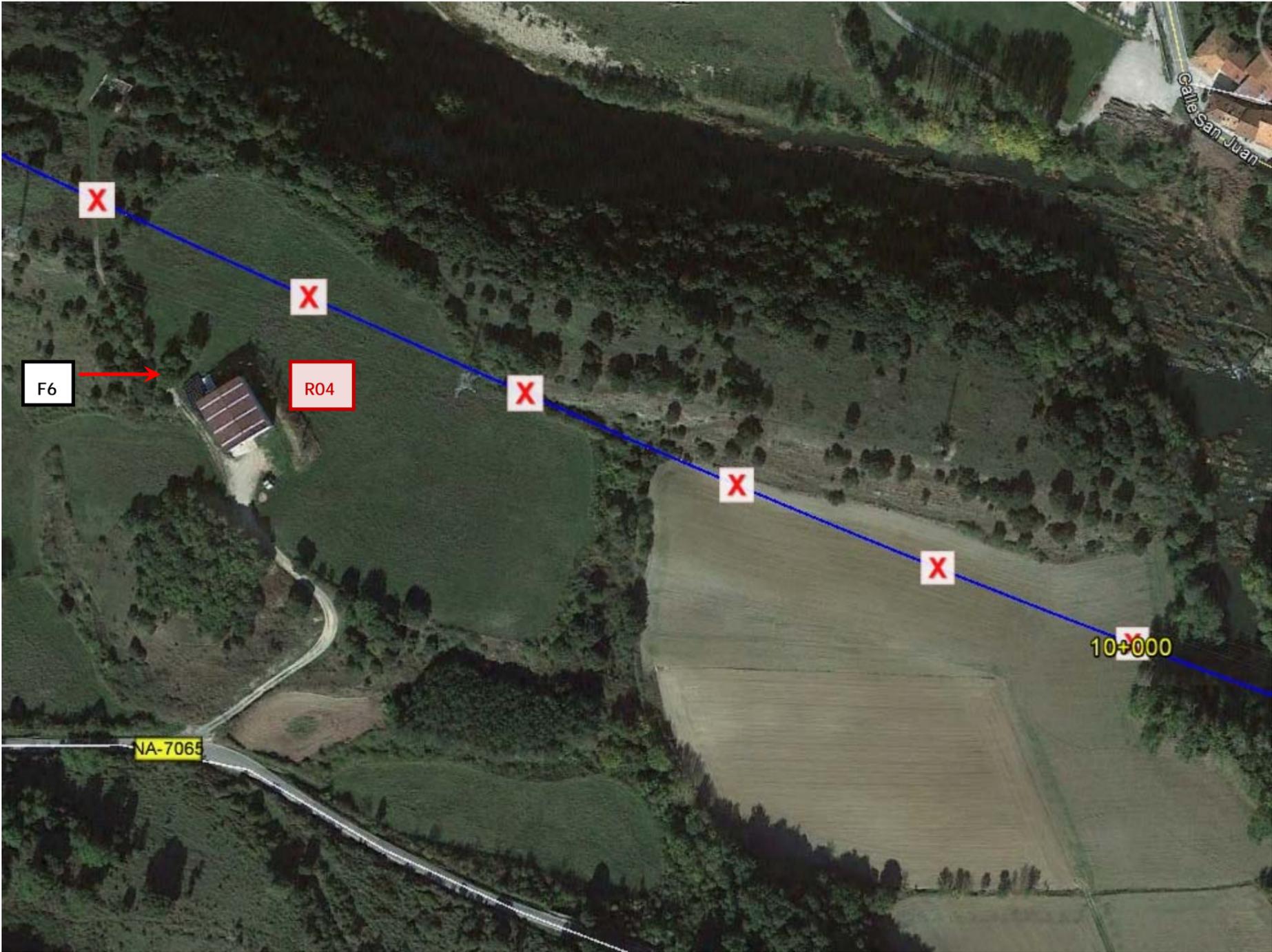


Fotografia F4



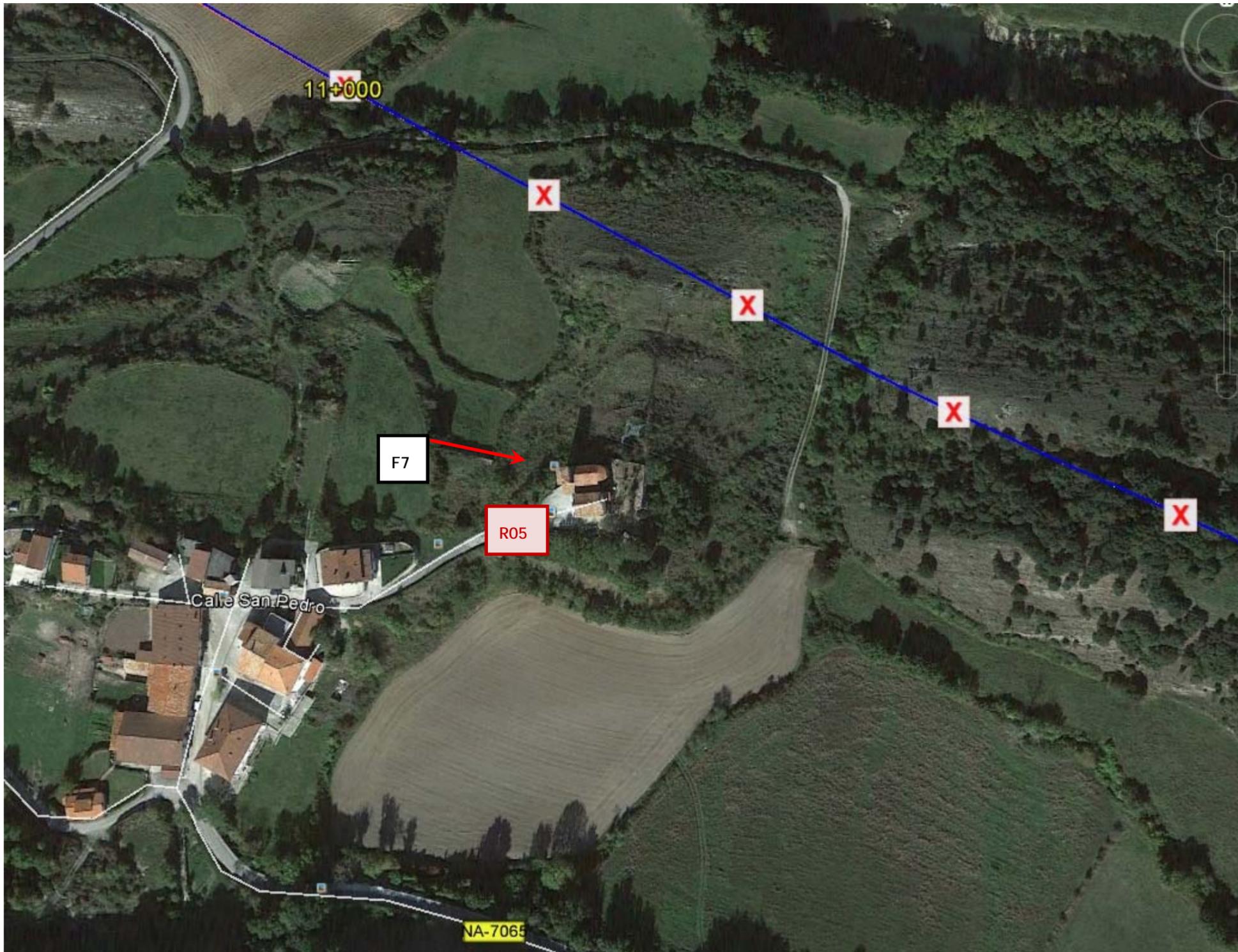


Fotografia F5





Fotografia F6





Fotografia F7

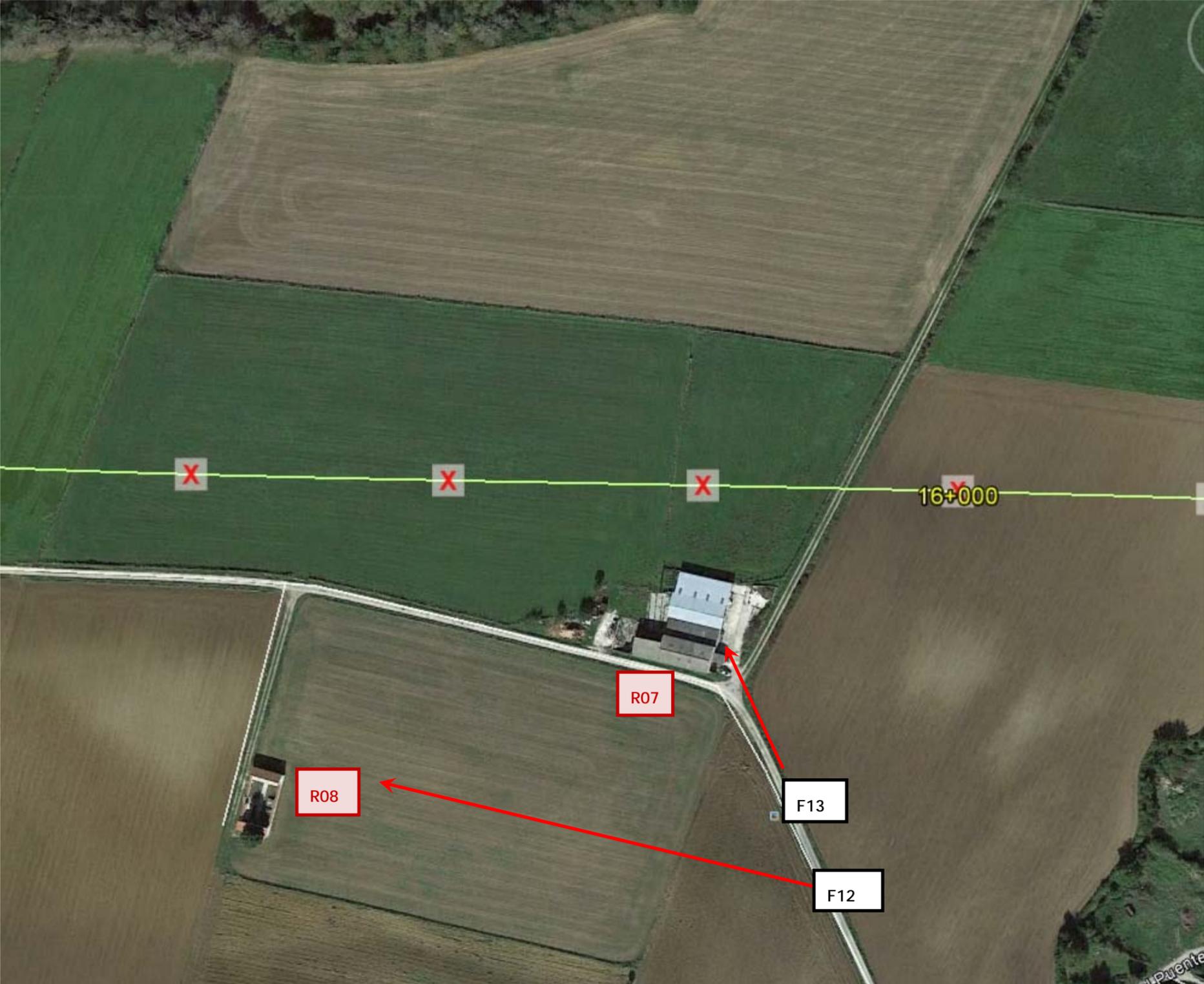




Fotografia F8



Fotografia F9

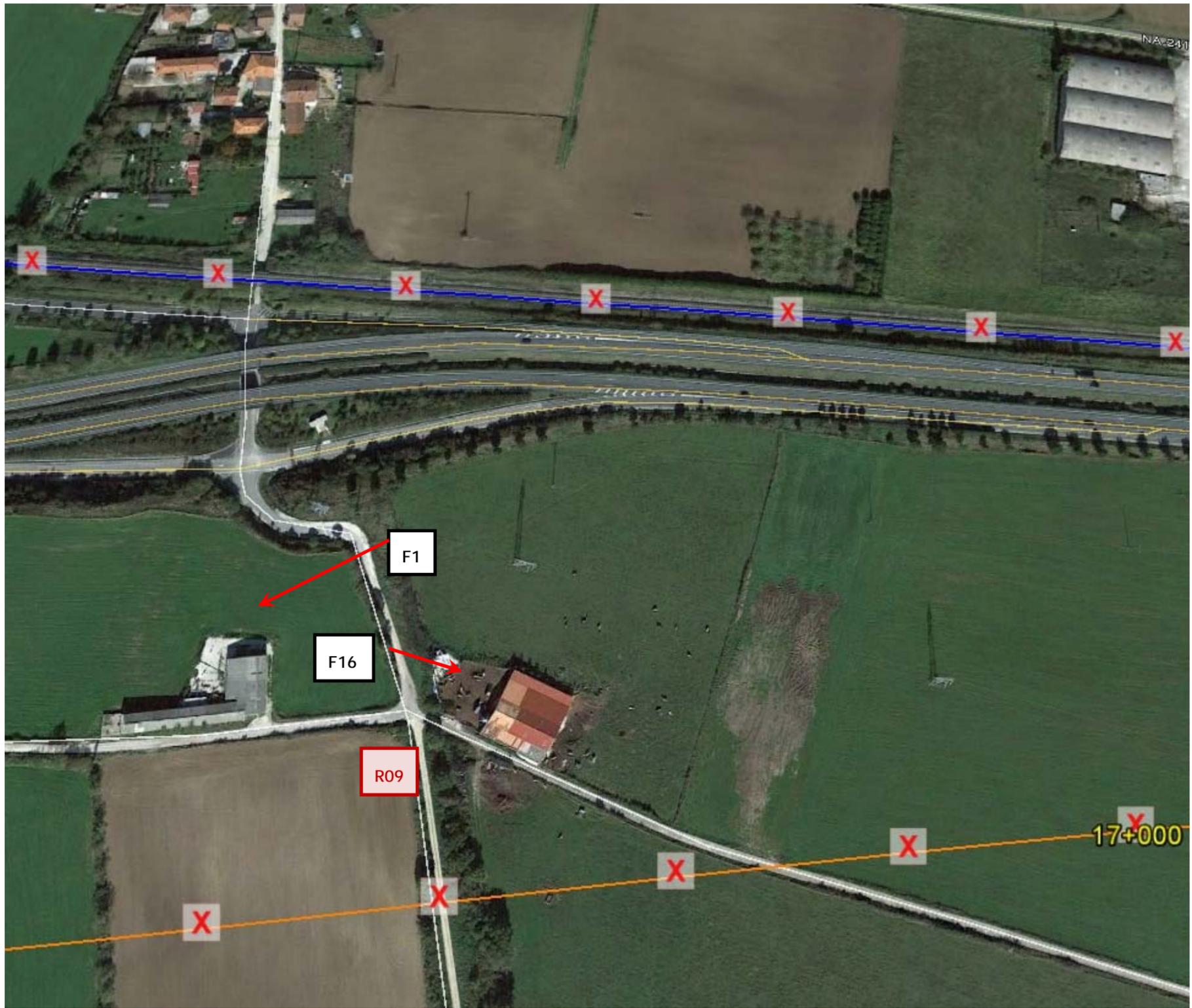




Fotografía F12



Fotografía F13

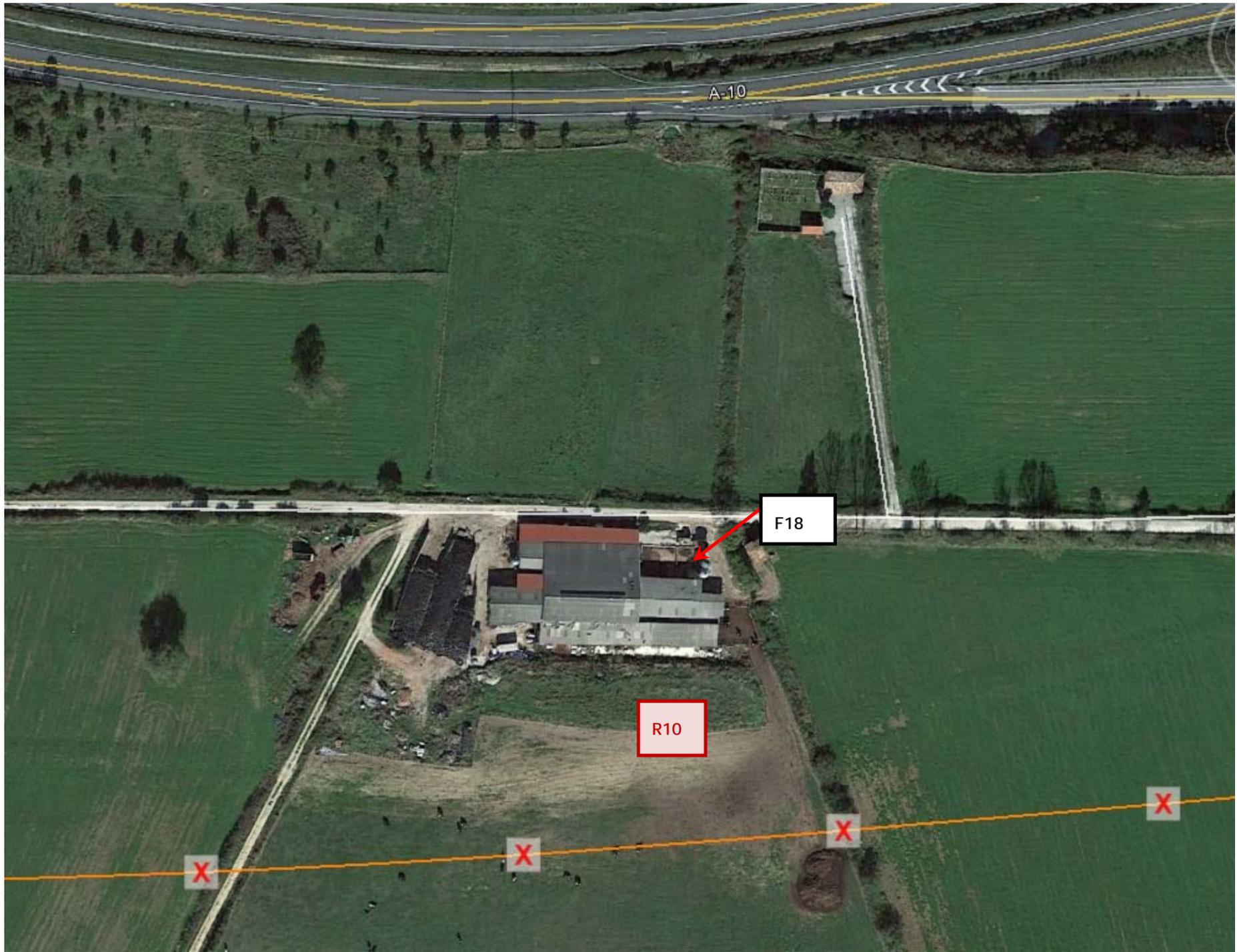




Fotografía F16

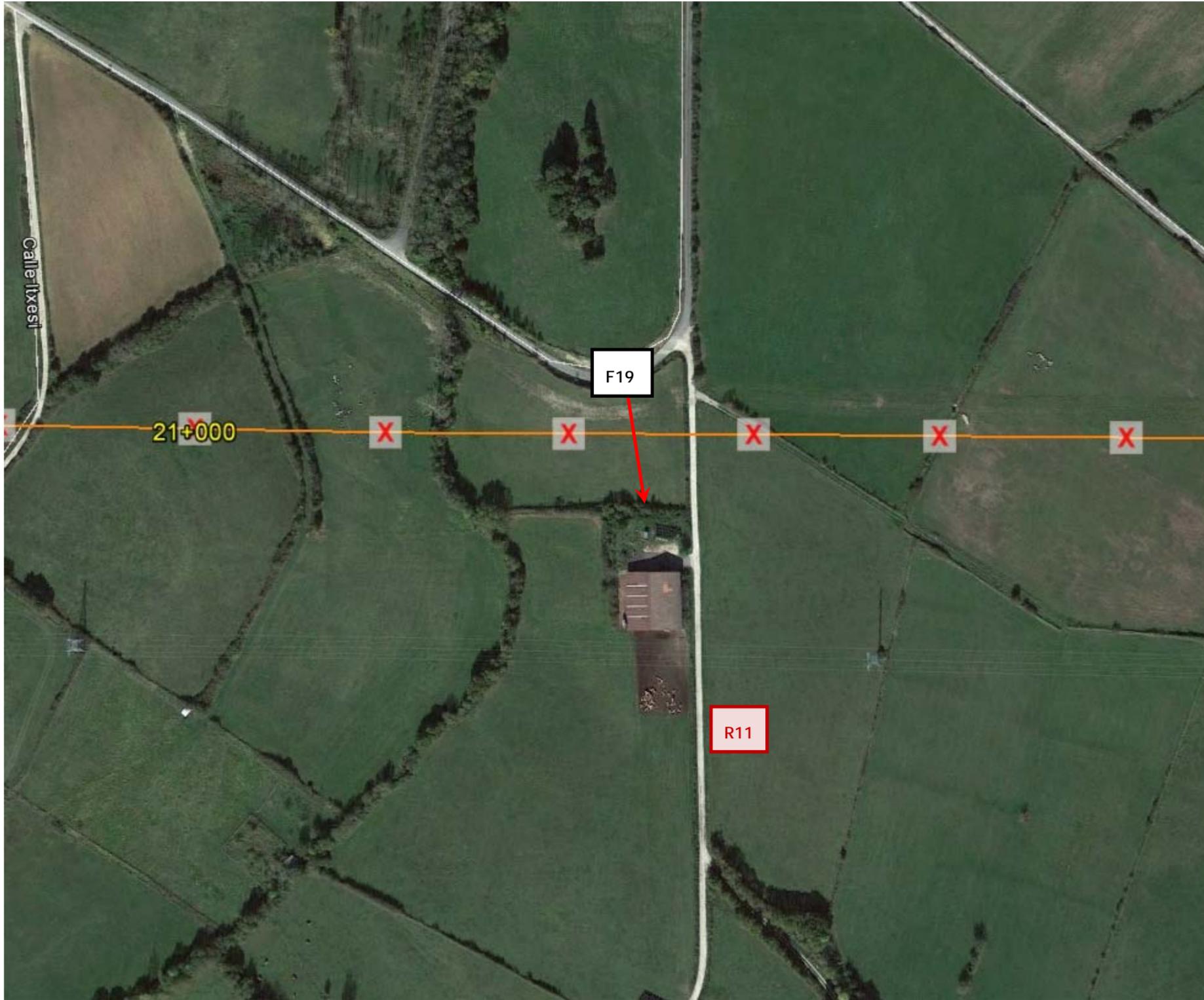


Fotografía F17



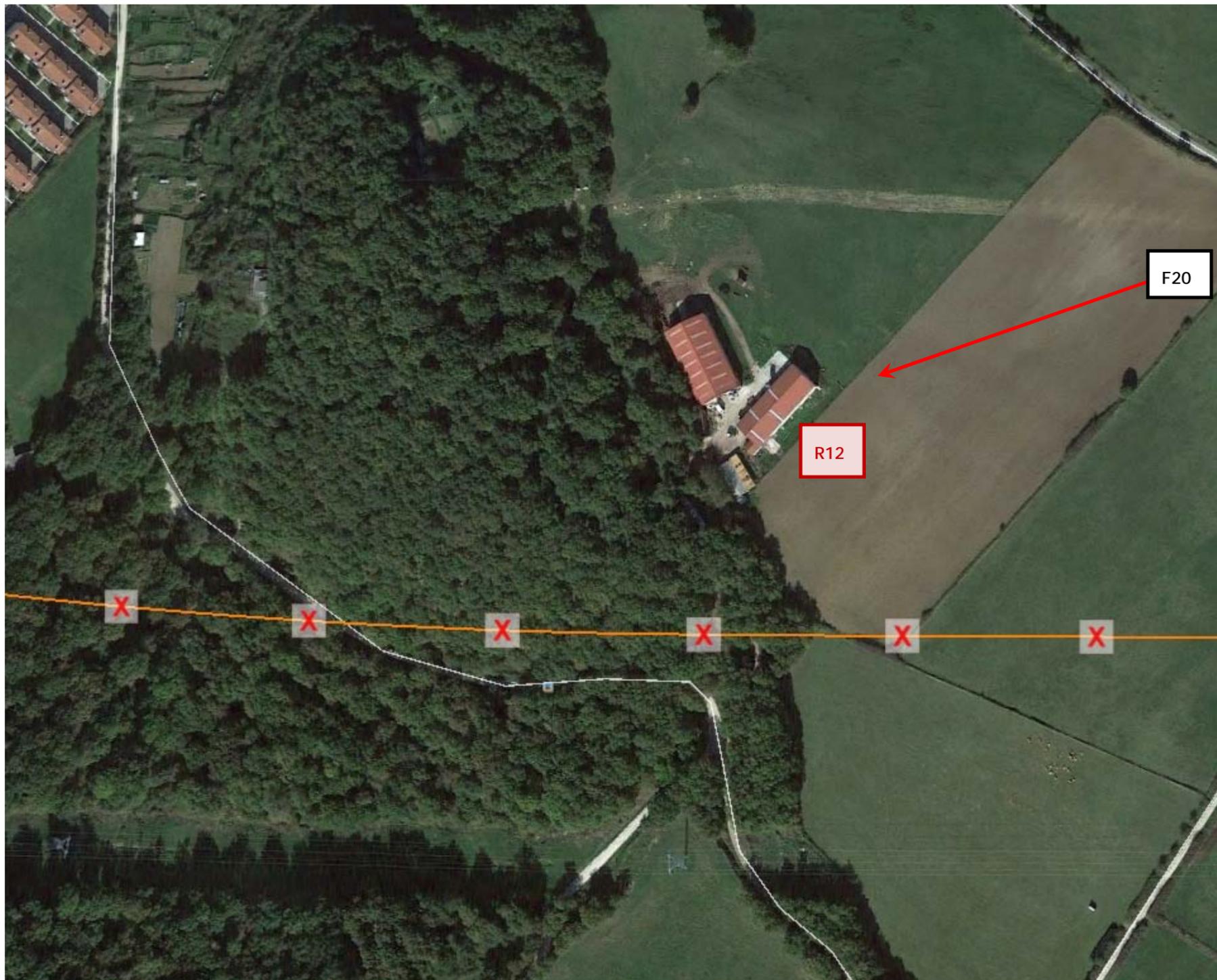


Fotografía F18





Fotografía F19





Fotografía F20

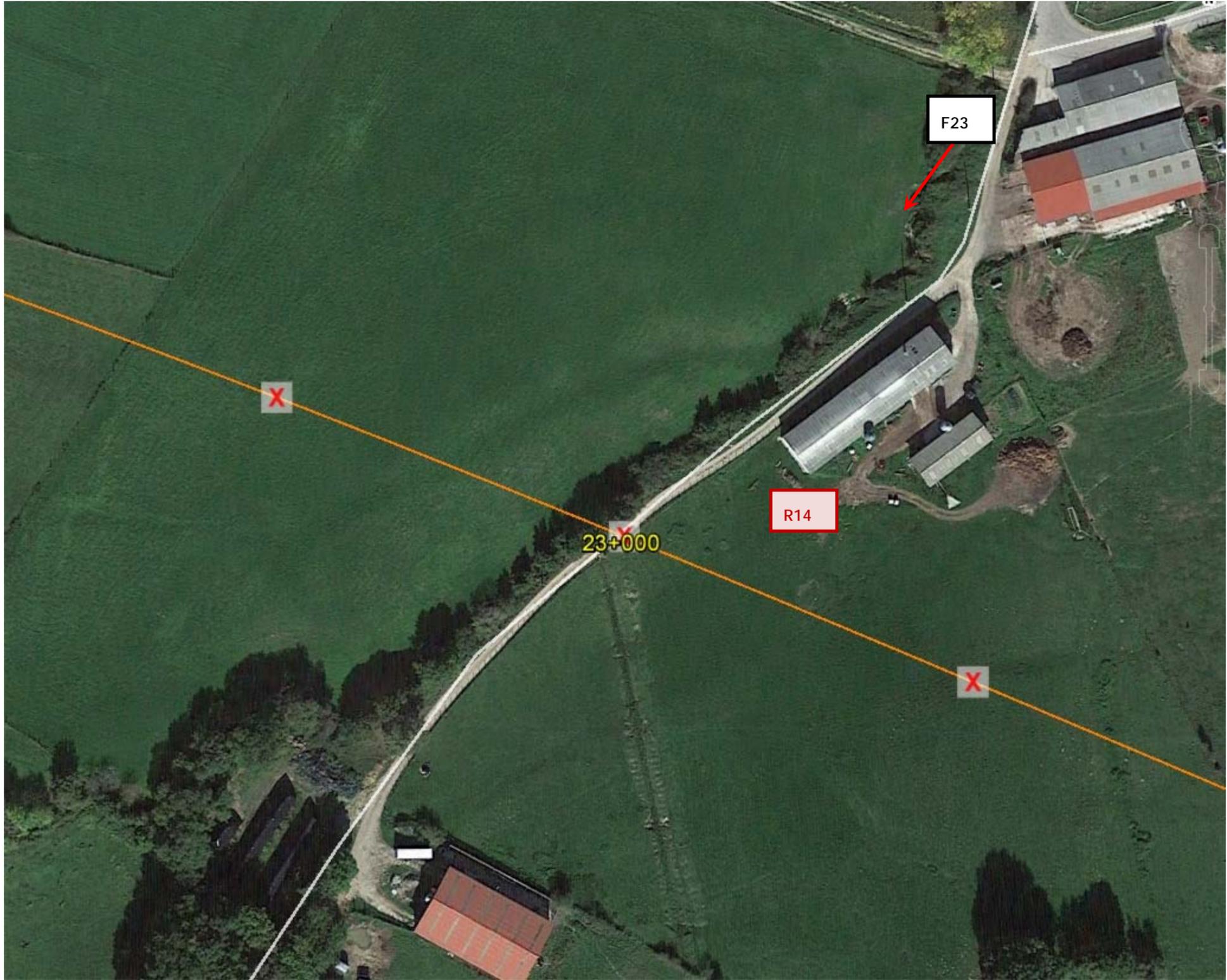




Fotografía F21

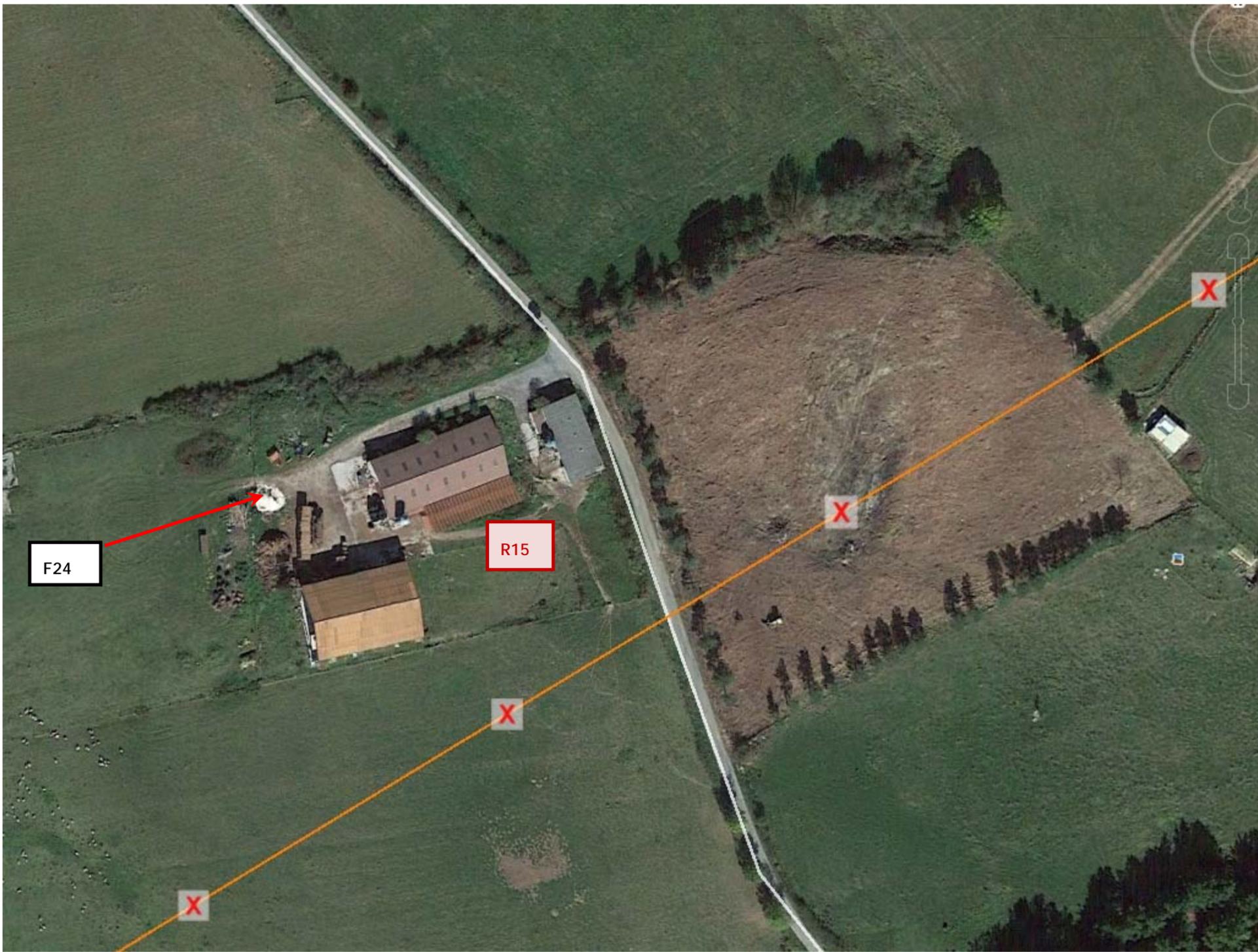


Fotografía F22





Fotografía F23



F24

R15

X

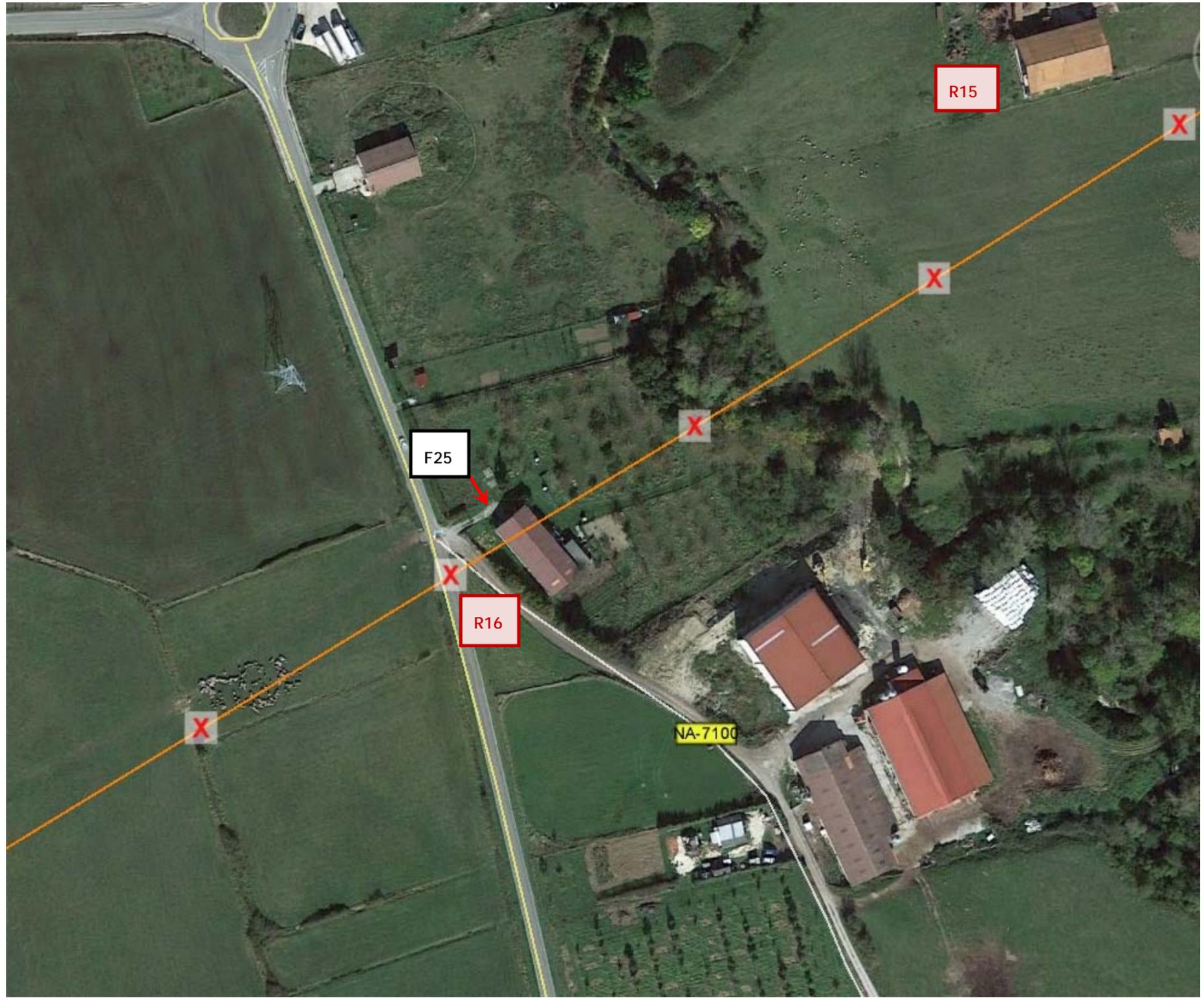
X

X

X



Fotografía F24



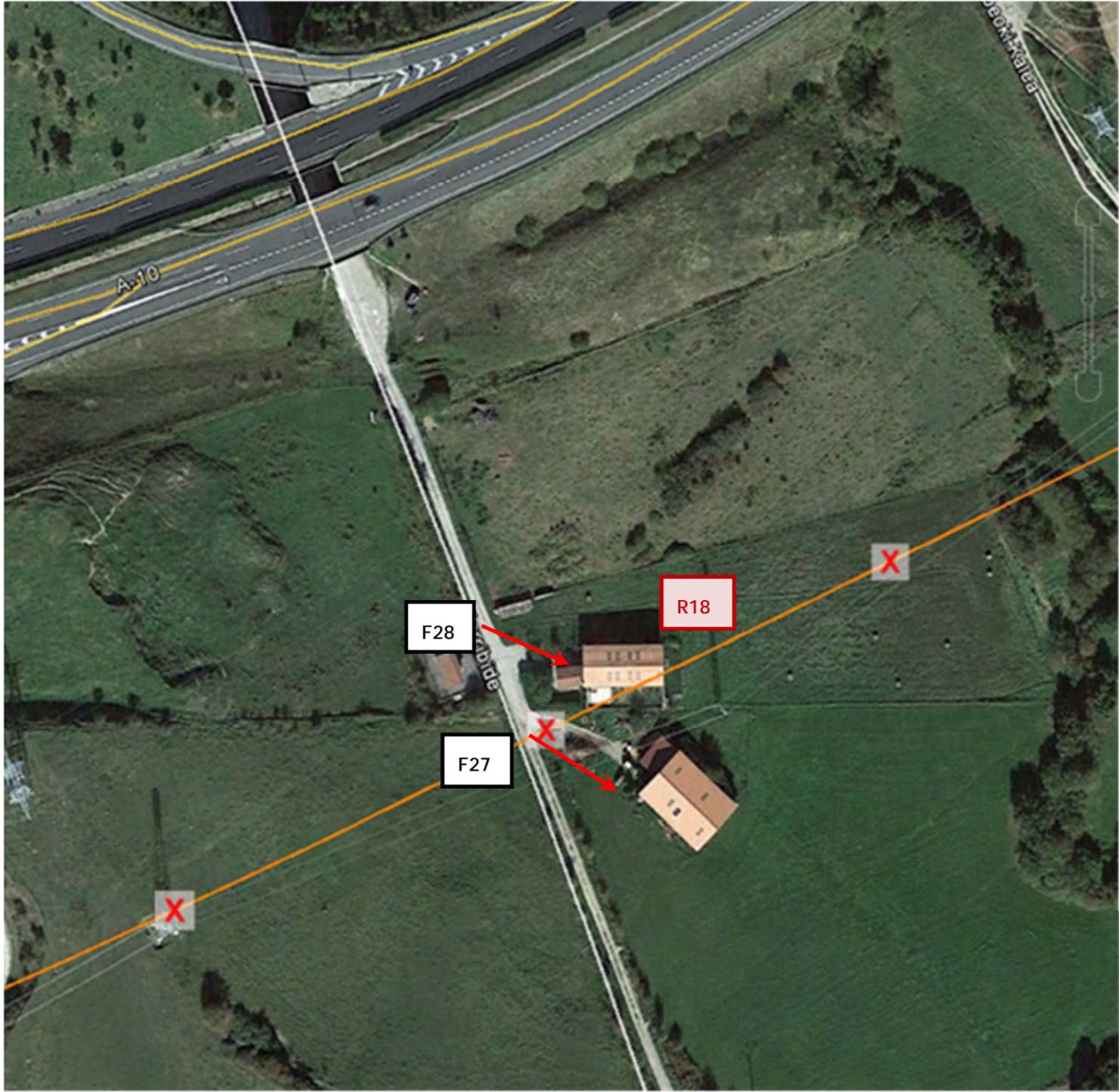


Fotografía F25





Fotografia F26





Fotografía F27



Fotografía F28



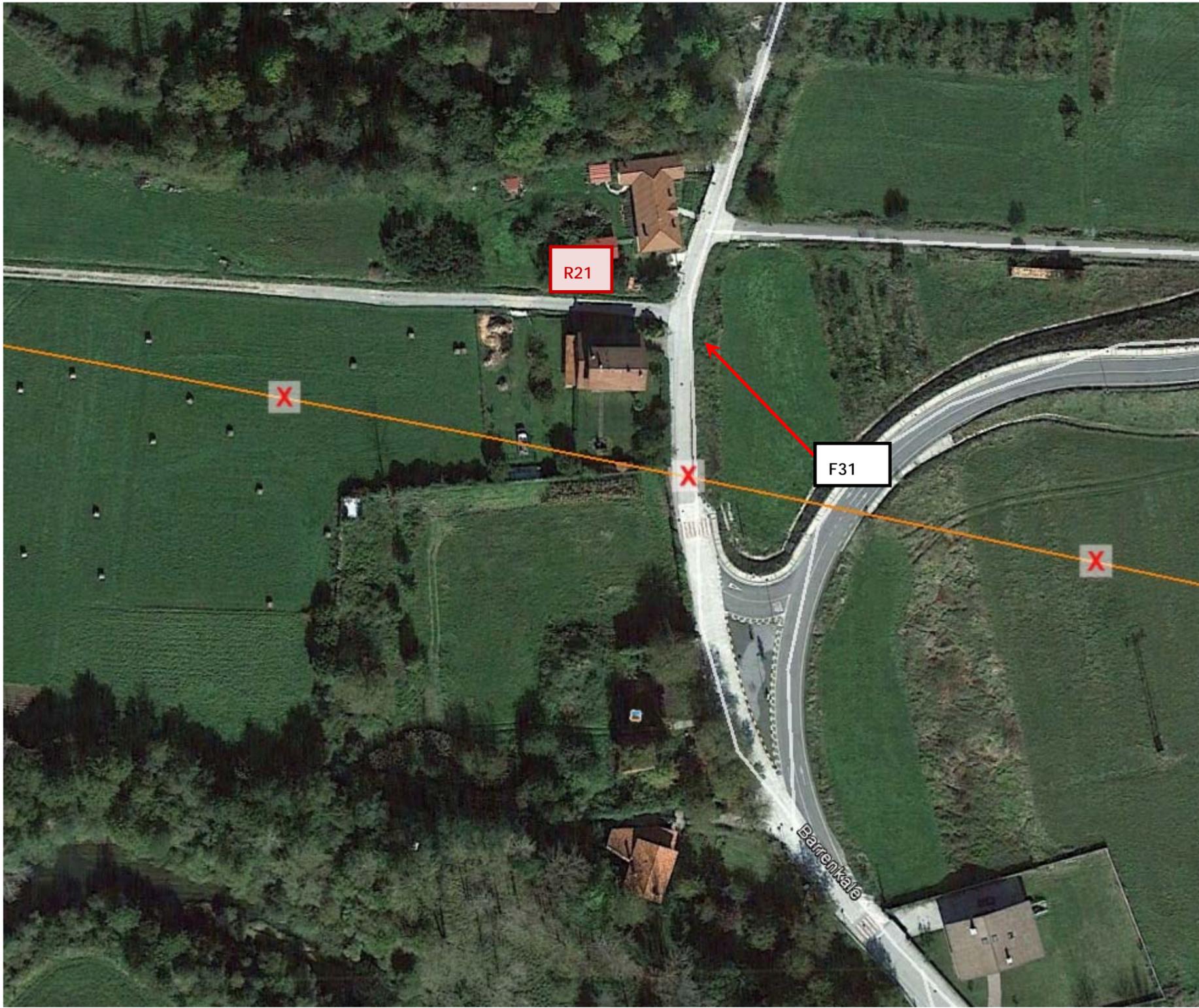


Fotografía F29



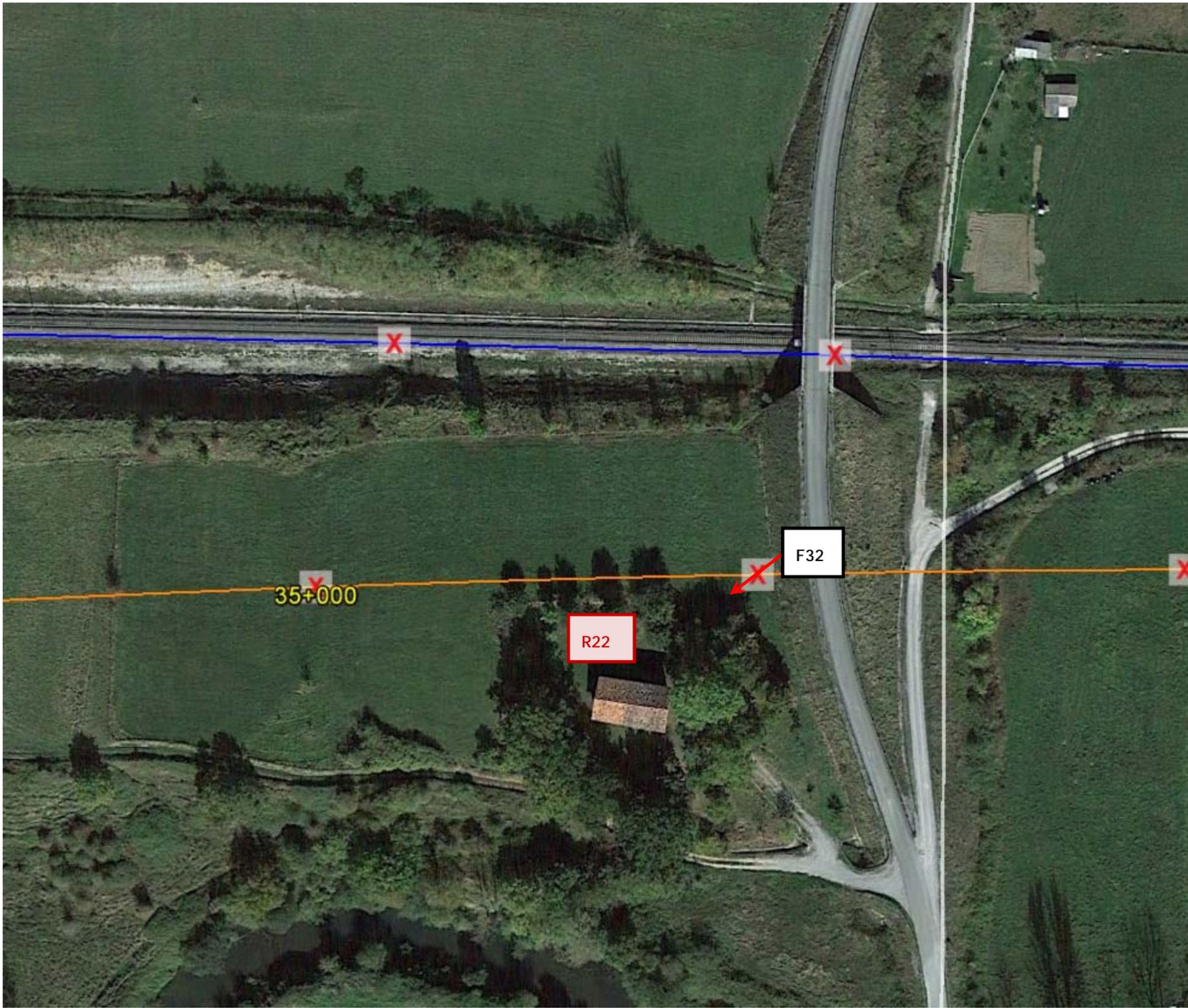


Fotografía F30



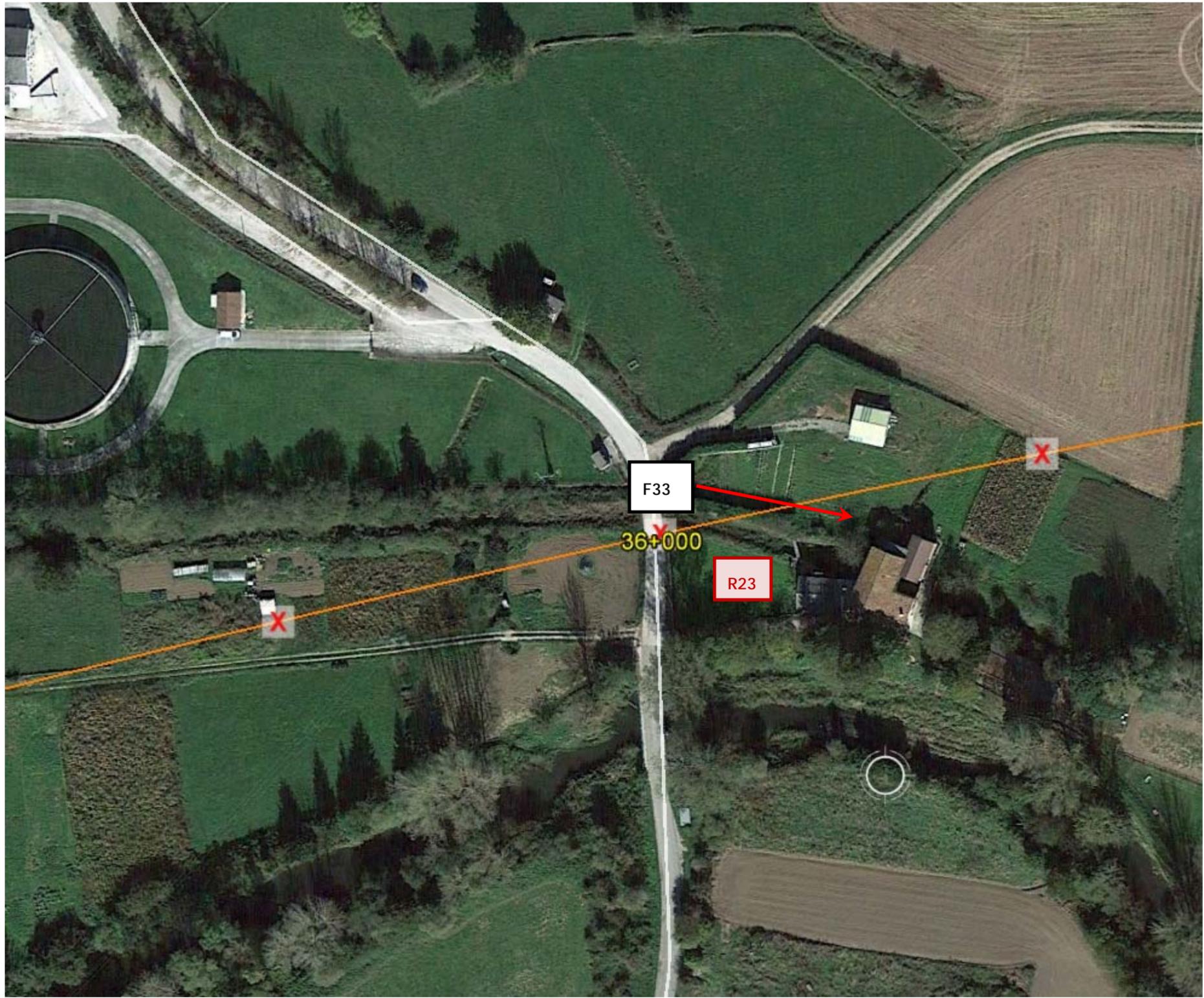


Fotografía F31



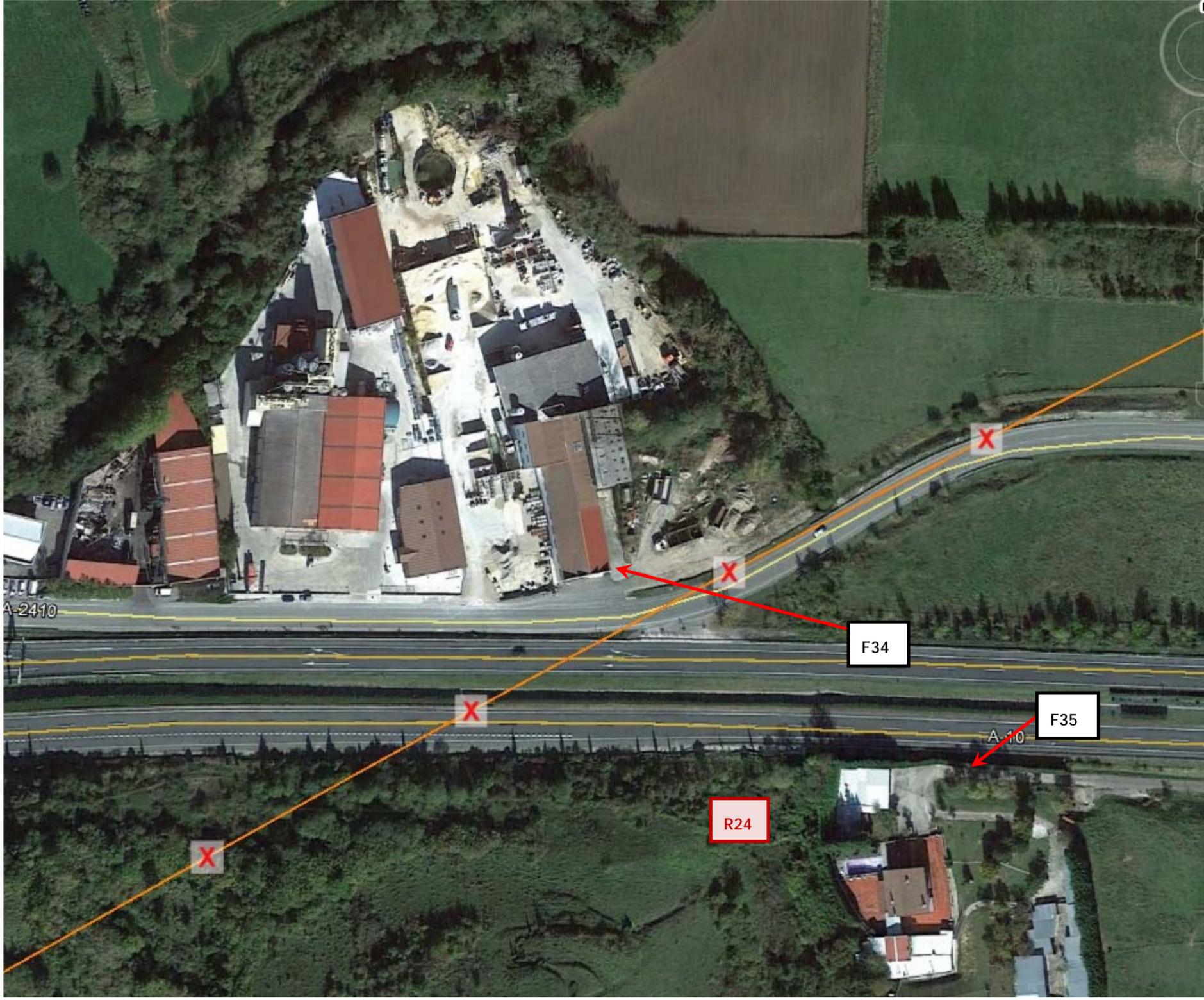


Fotografía F32





Fotografía F33

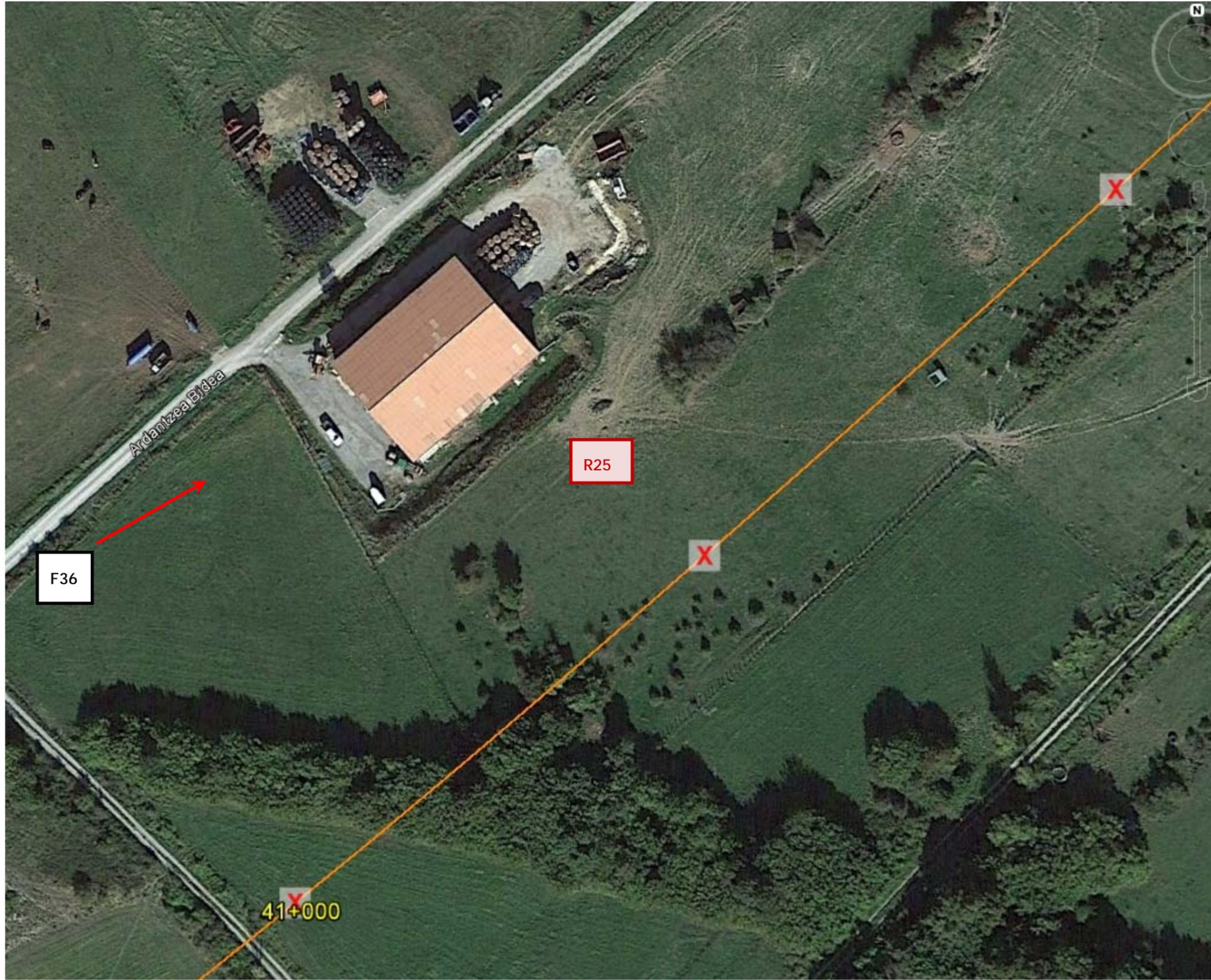




Fotografía F34



Fotografía F35





Fotografía F36

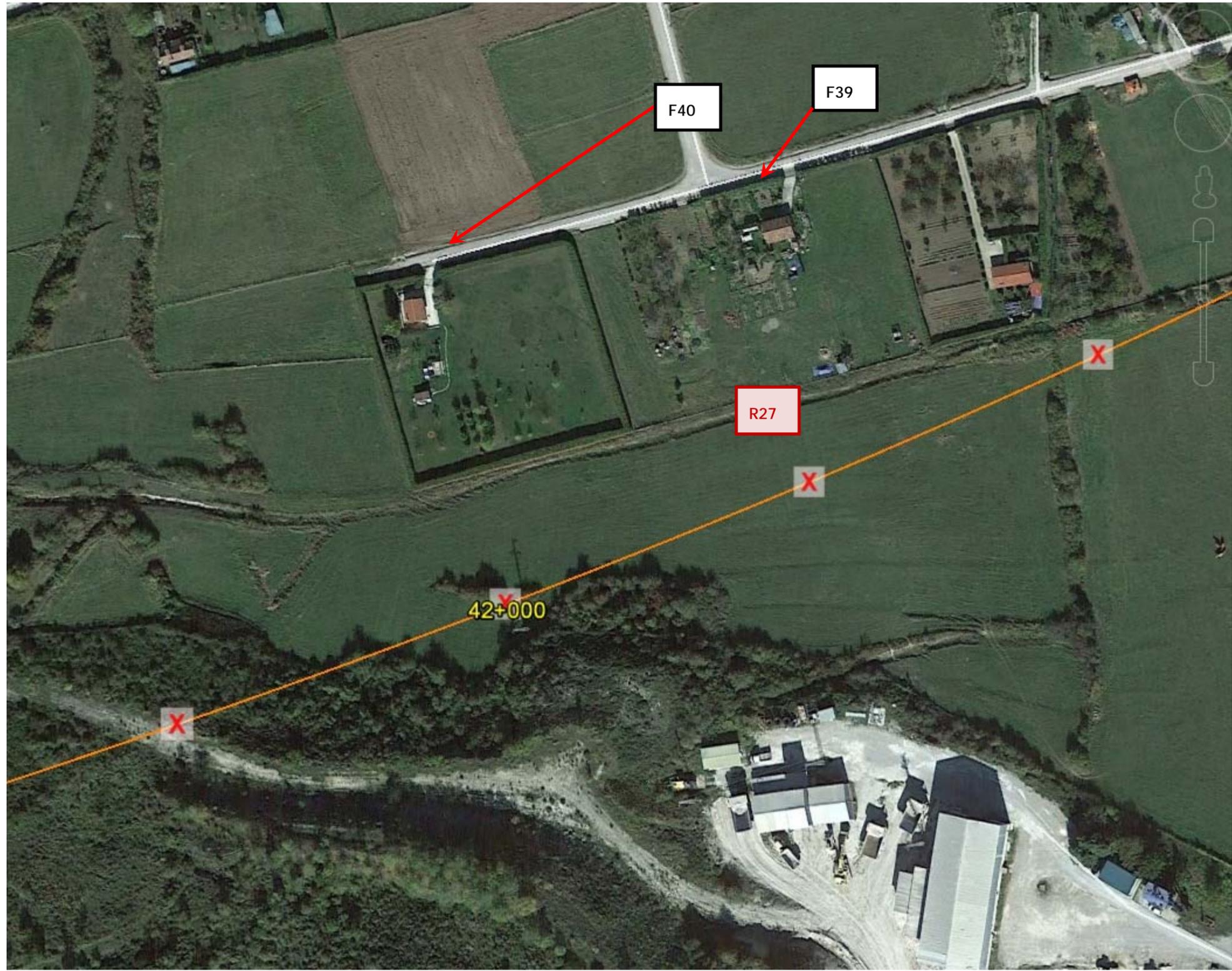




Fotografía F37



Fotografía F38

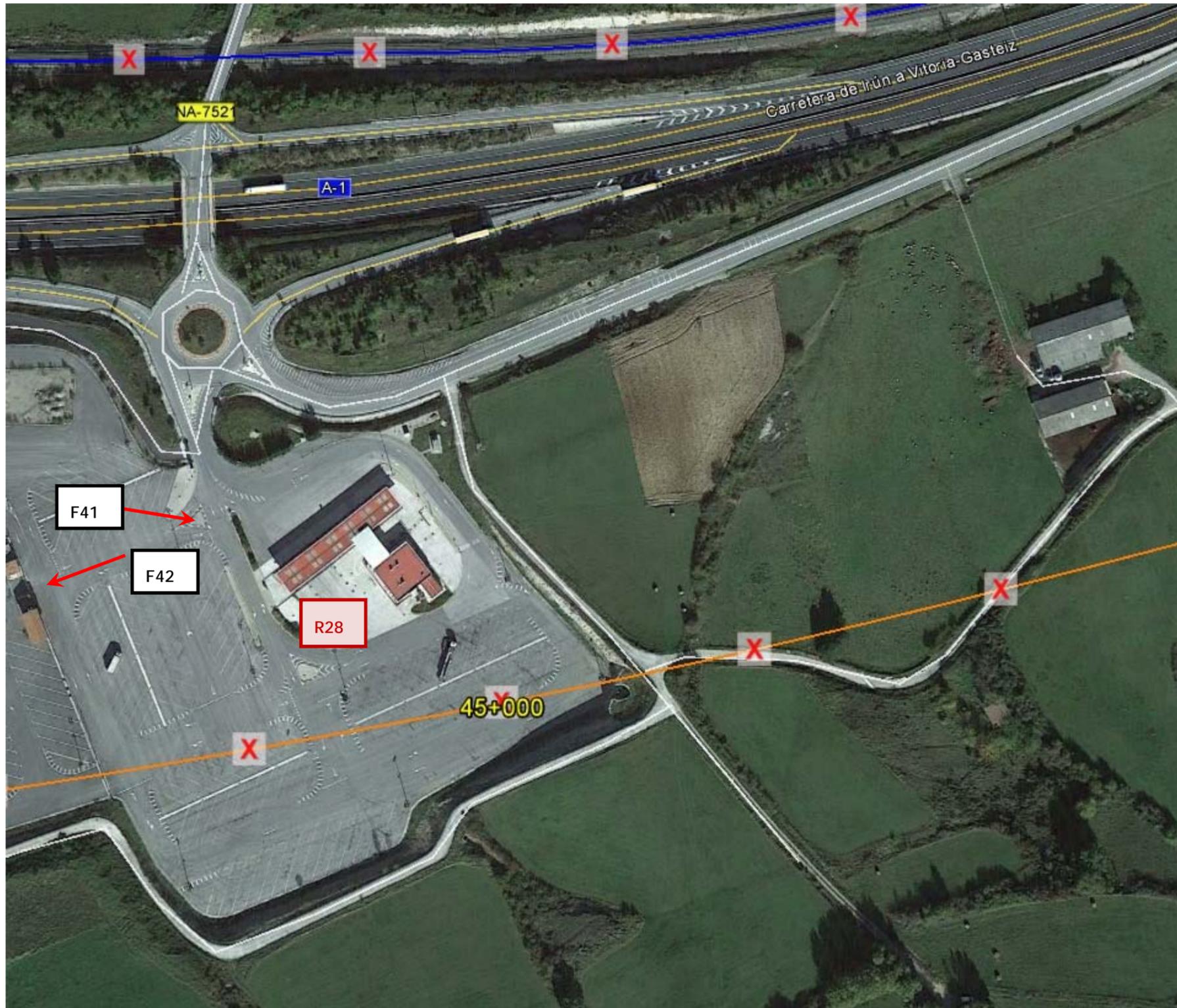




Fotografía F39



Fotografía F40





Fotografia F41



Fotografia F42





Fotografía F43

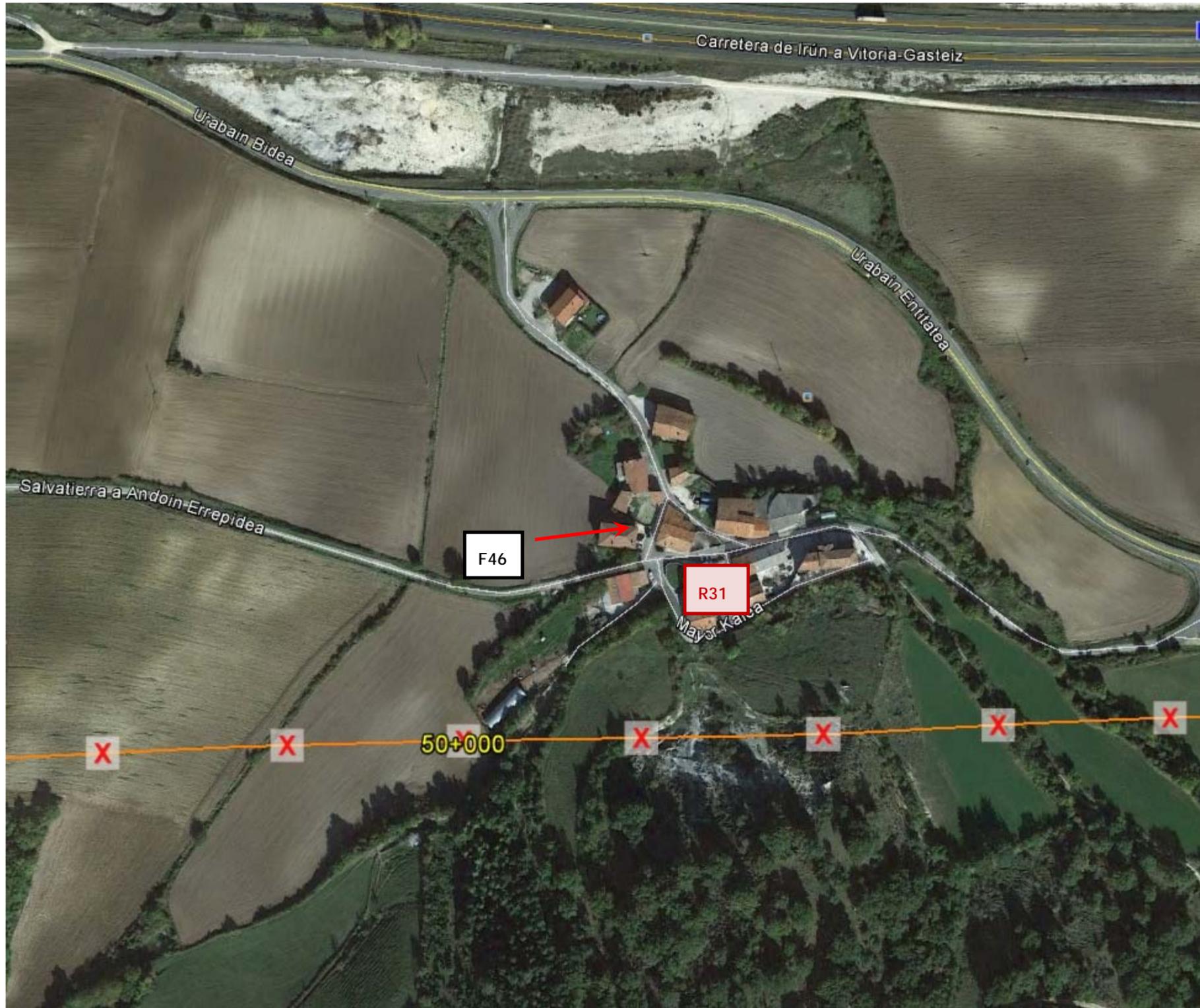




Fotografía F44



Fotografía F45



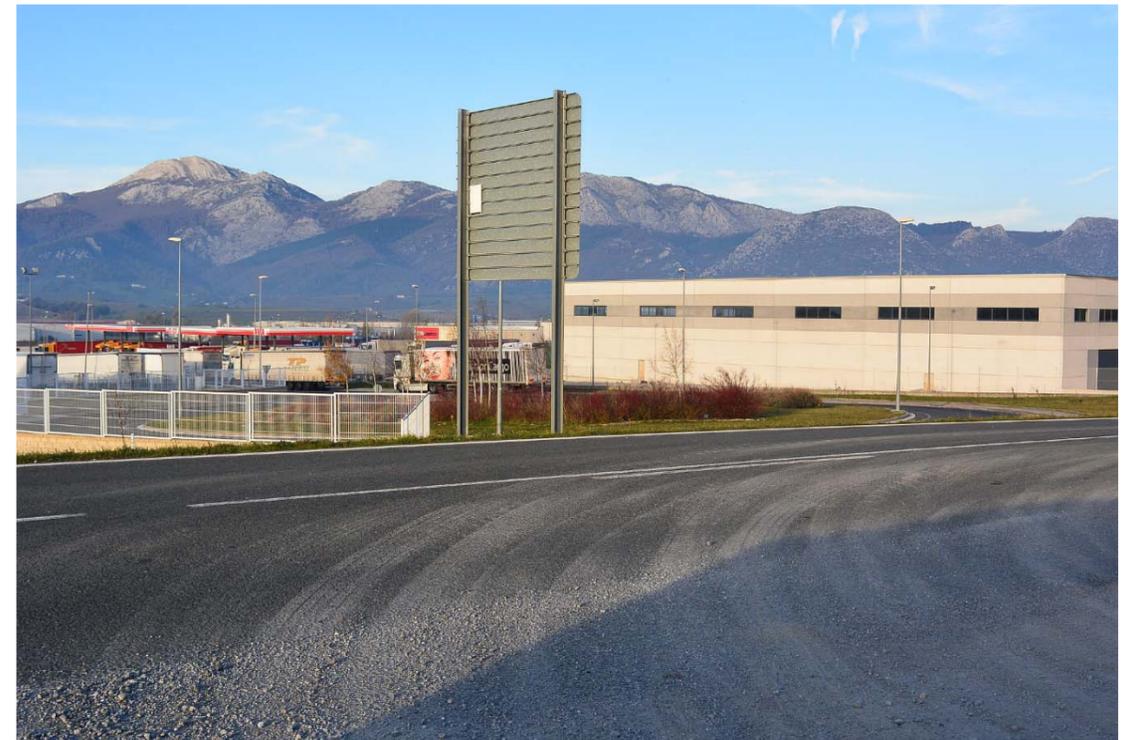


Fotografía F46

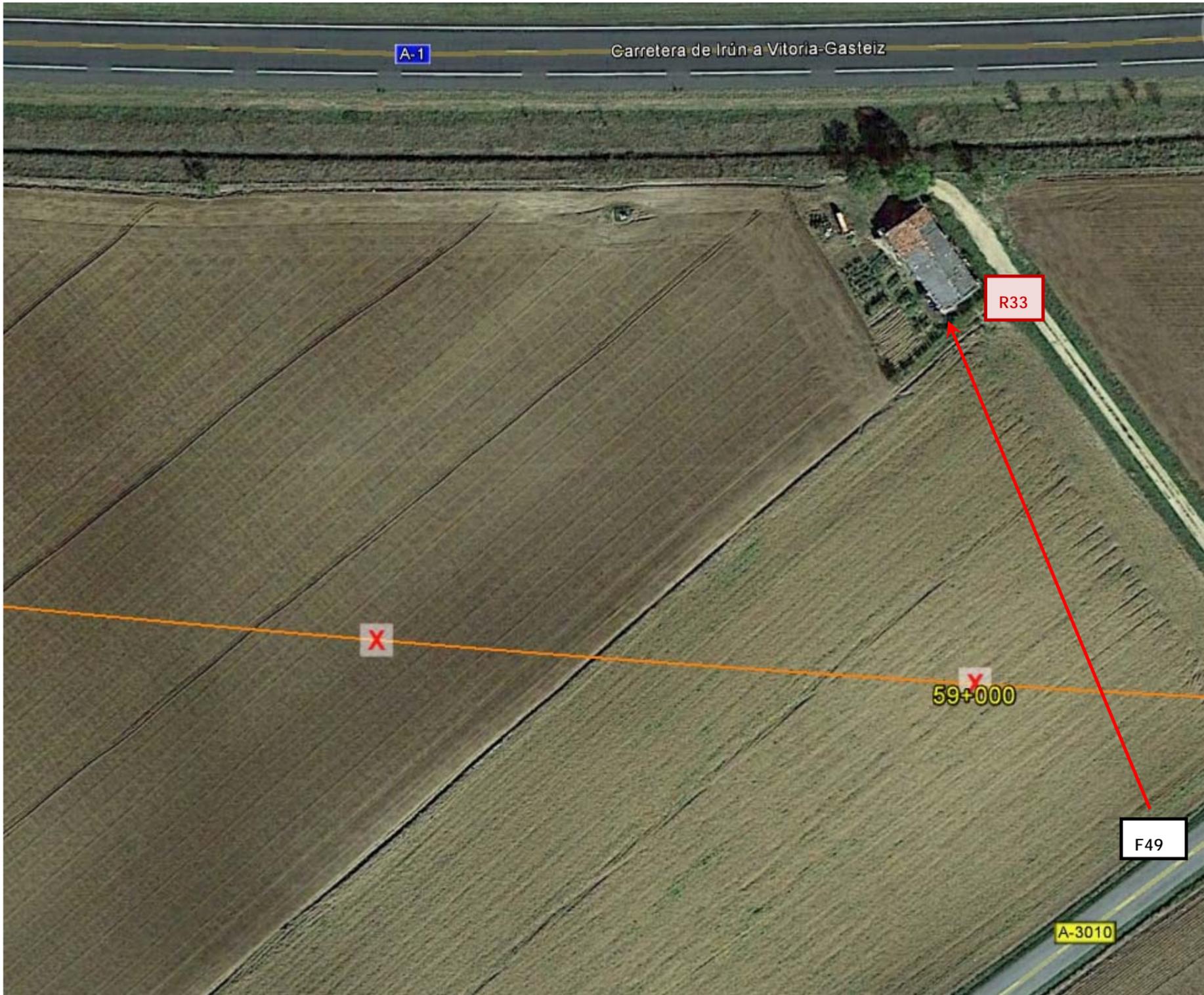




Fotografía F47

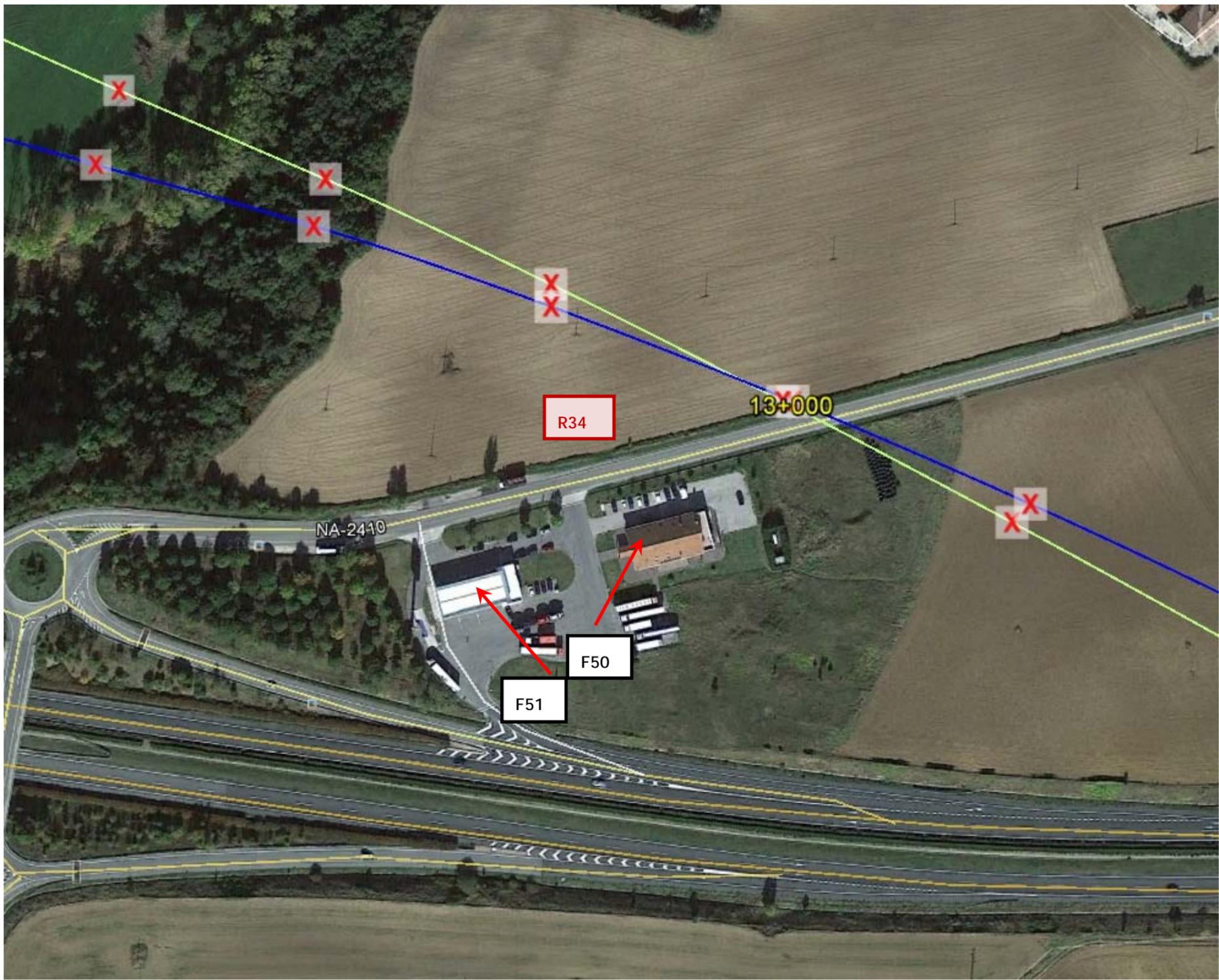


Fotografía F48





Fotografía F49

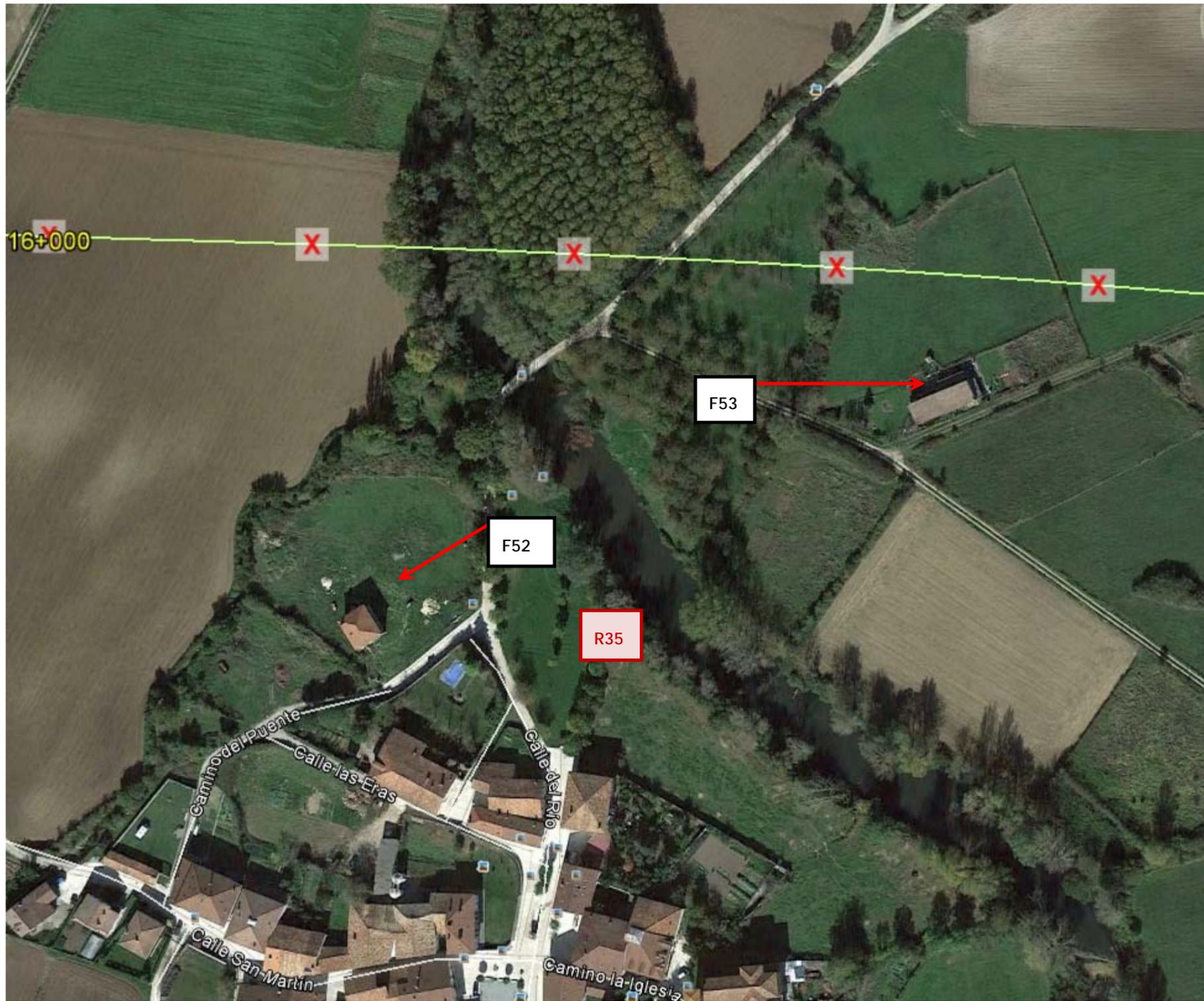




Fotografía F50



Fotografía F51





Fotografía F52



Fotografía F53





Fotografía F54

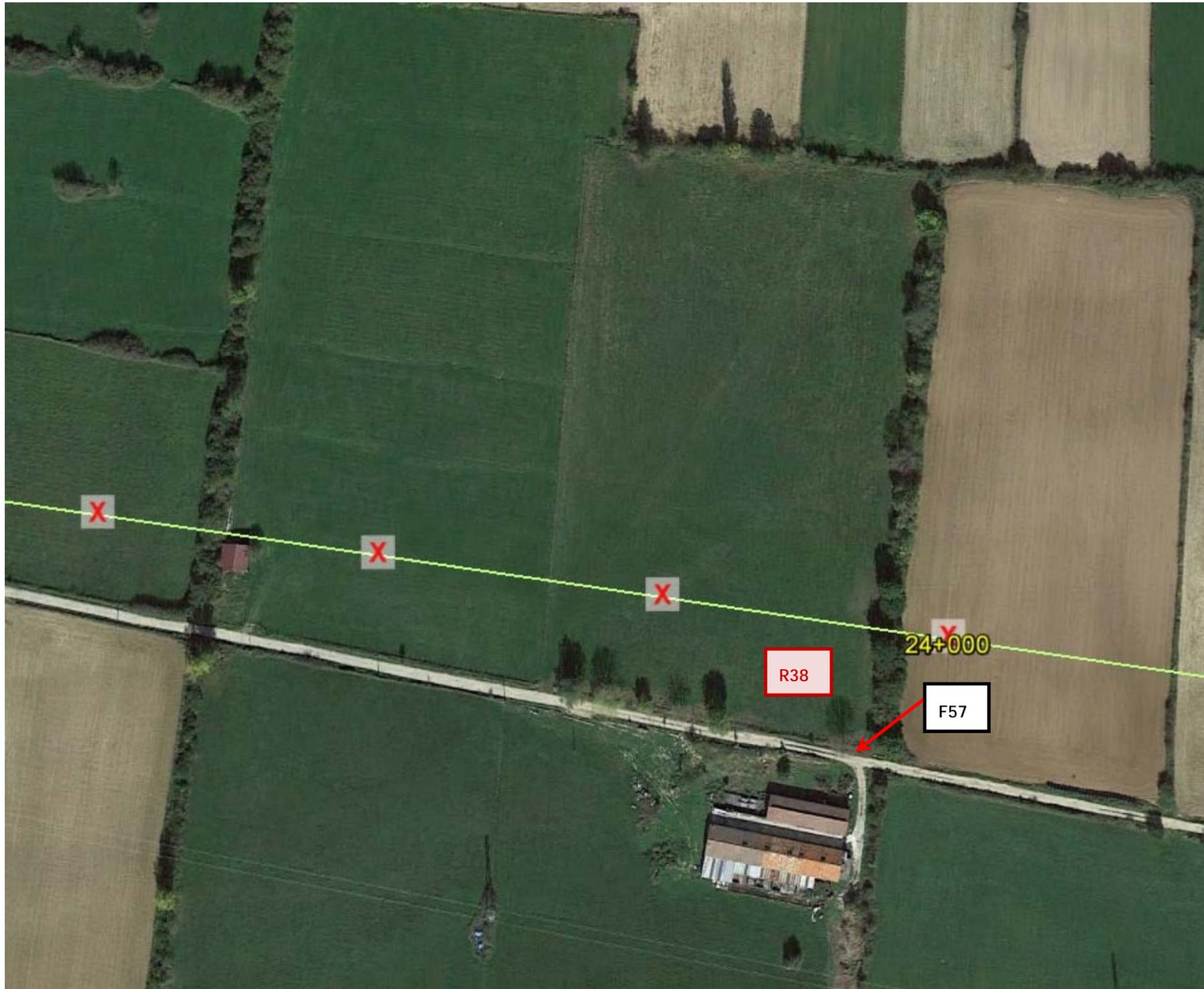




Fotografía F55

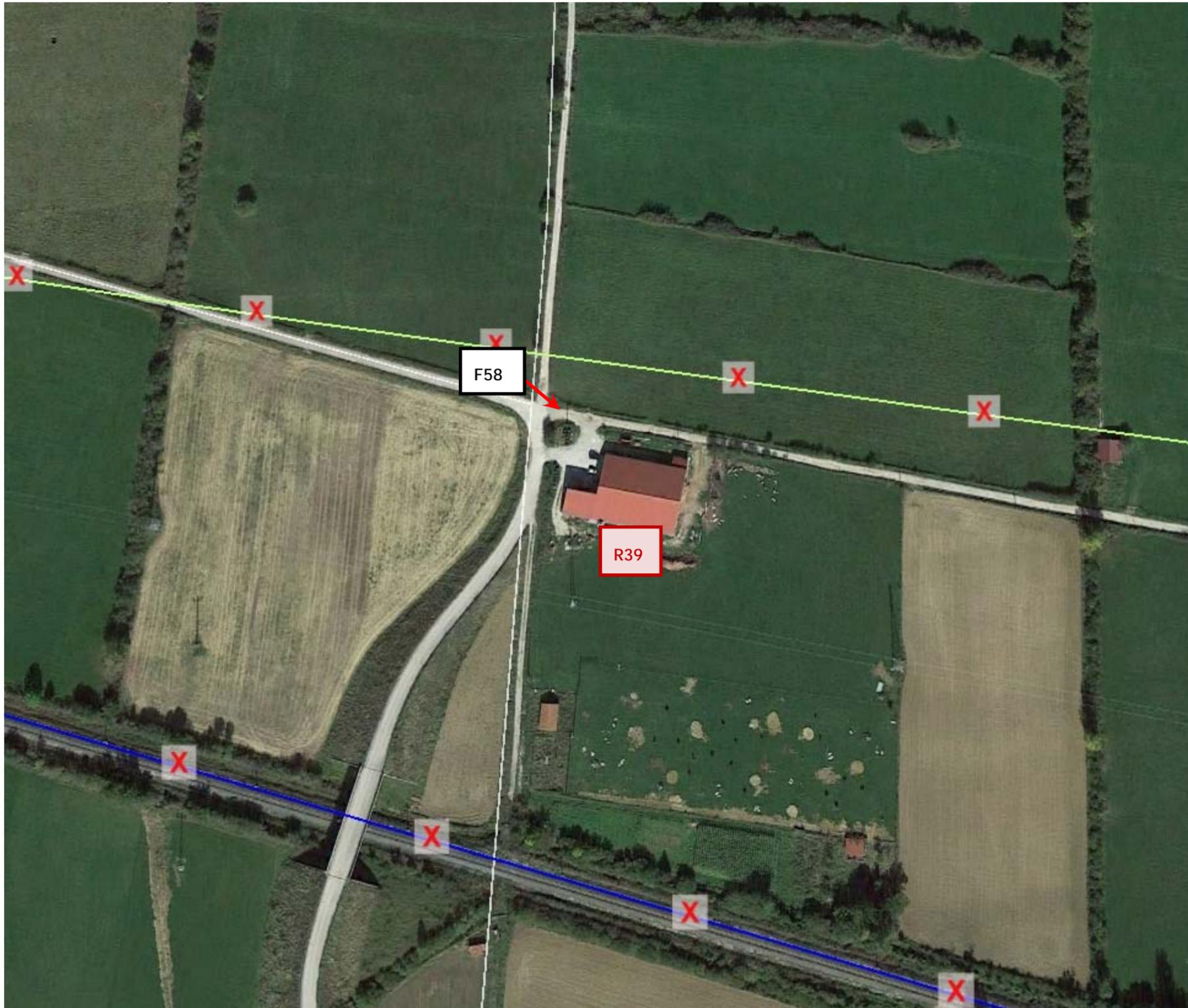


Fotografía F56



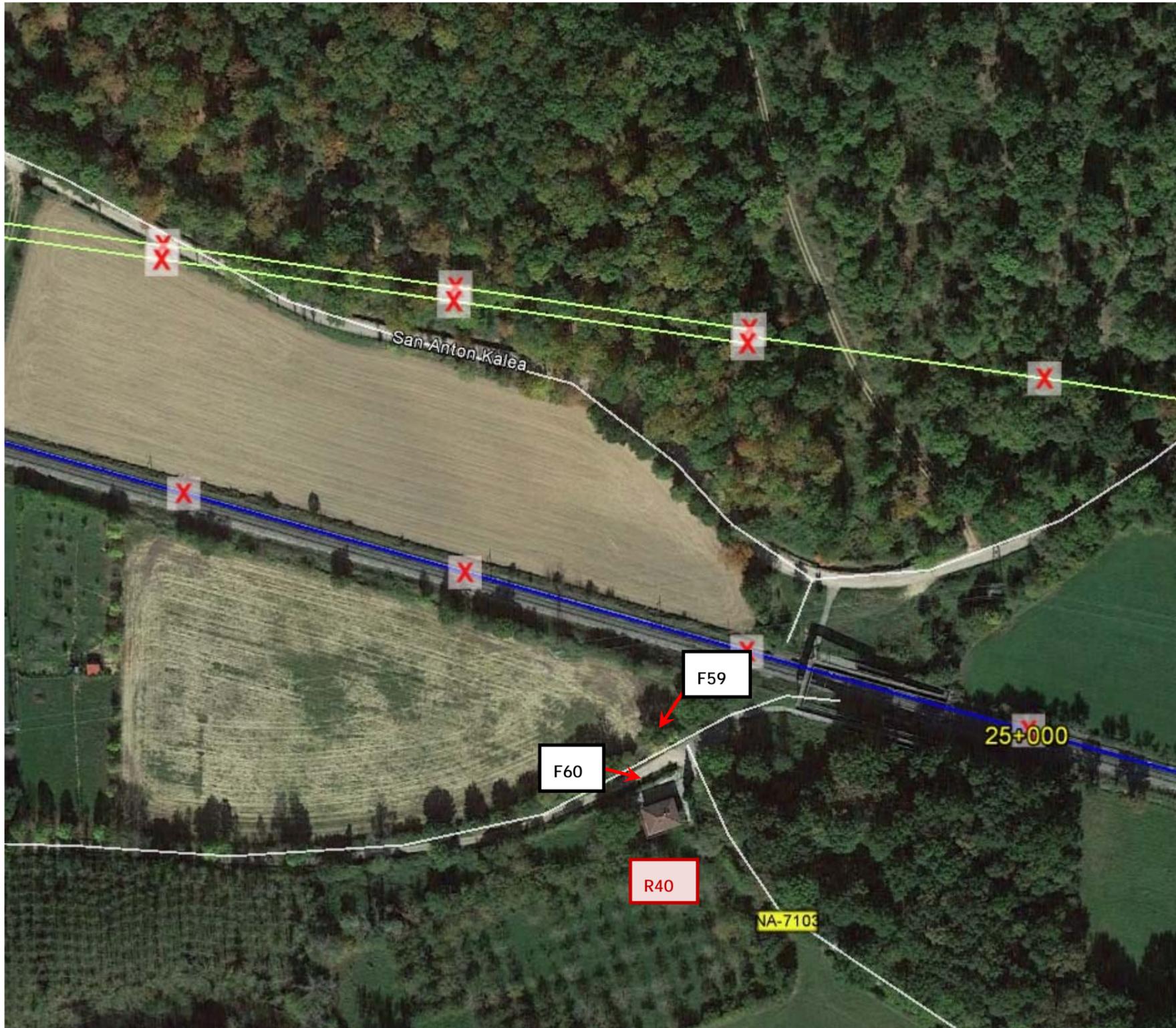


Fotografía F57





Fotografía F58

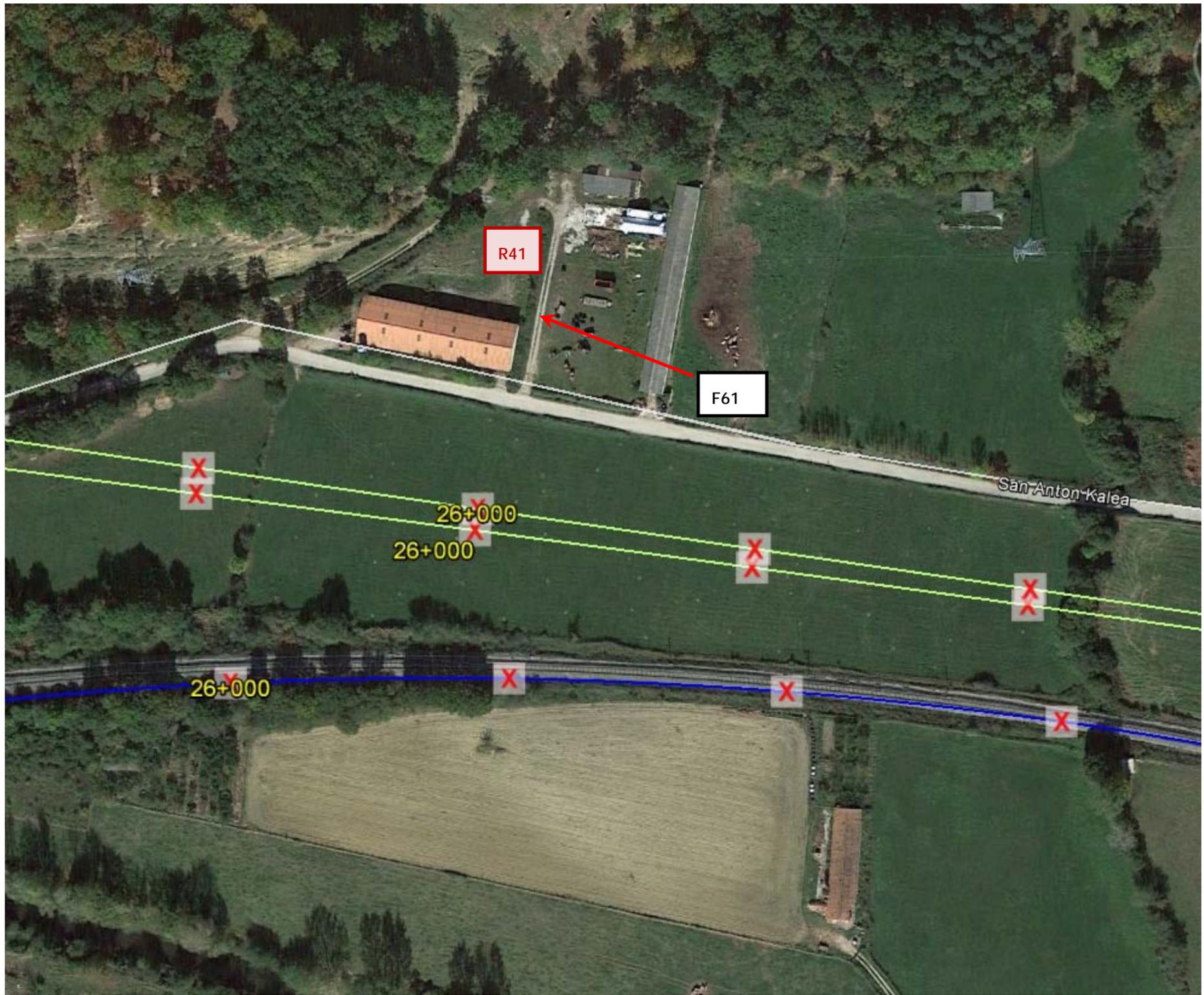




Fotografía F59

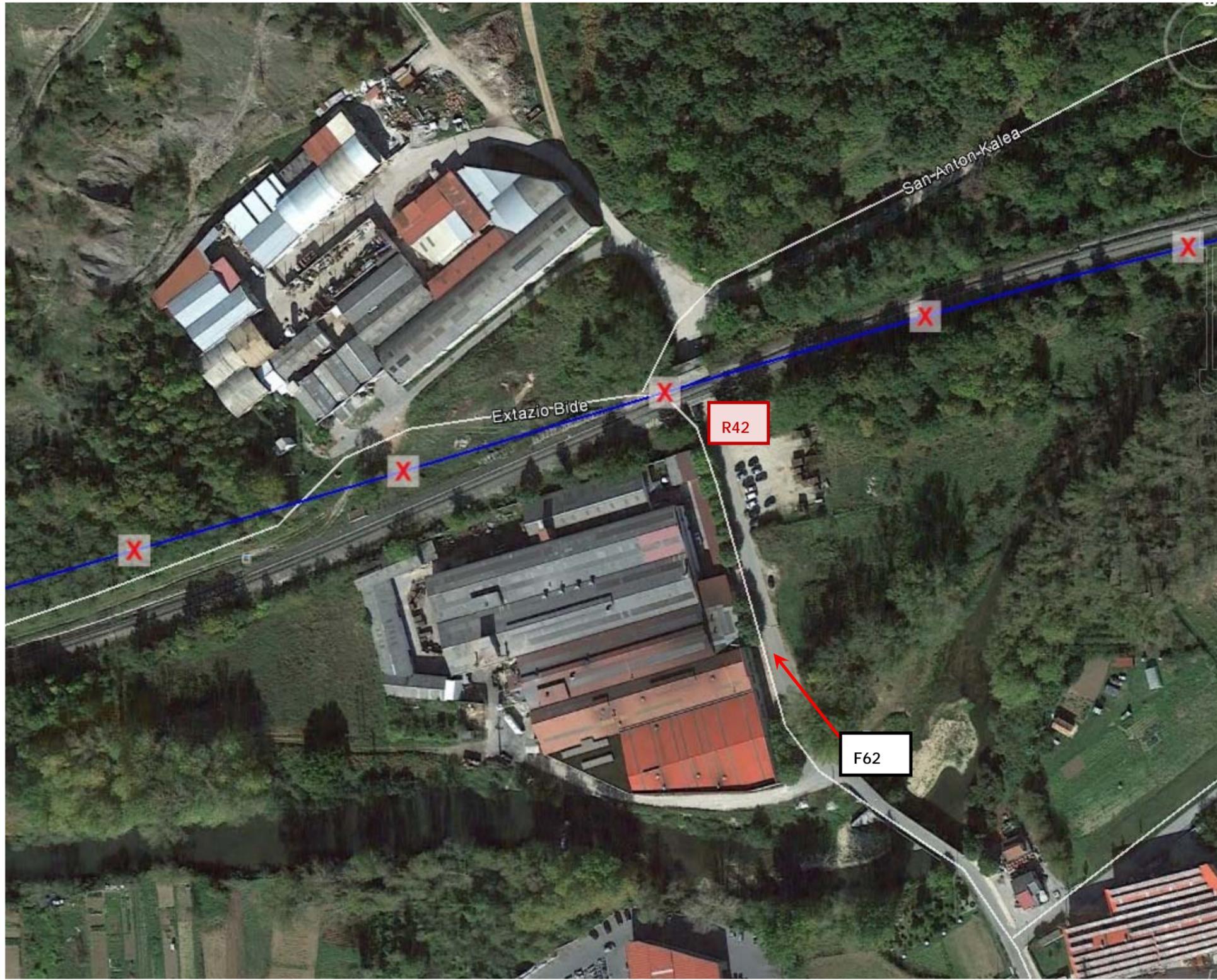


Fotografía F60





Fotografía F61



San-Anton-Kalea

Extazio-Bide

R42

F62



Fotografía F62





Fotografía F66



R44

F67

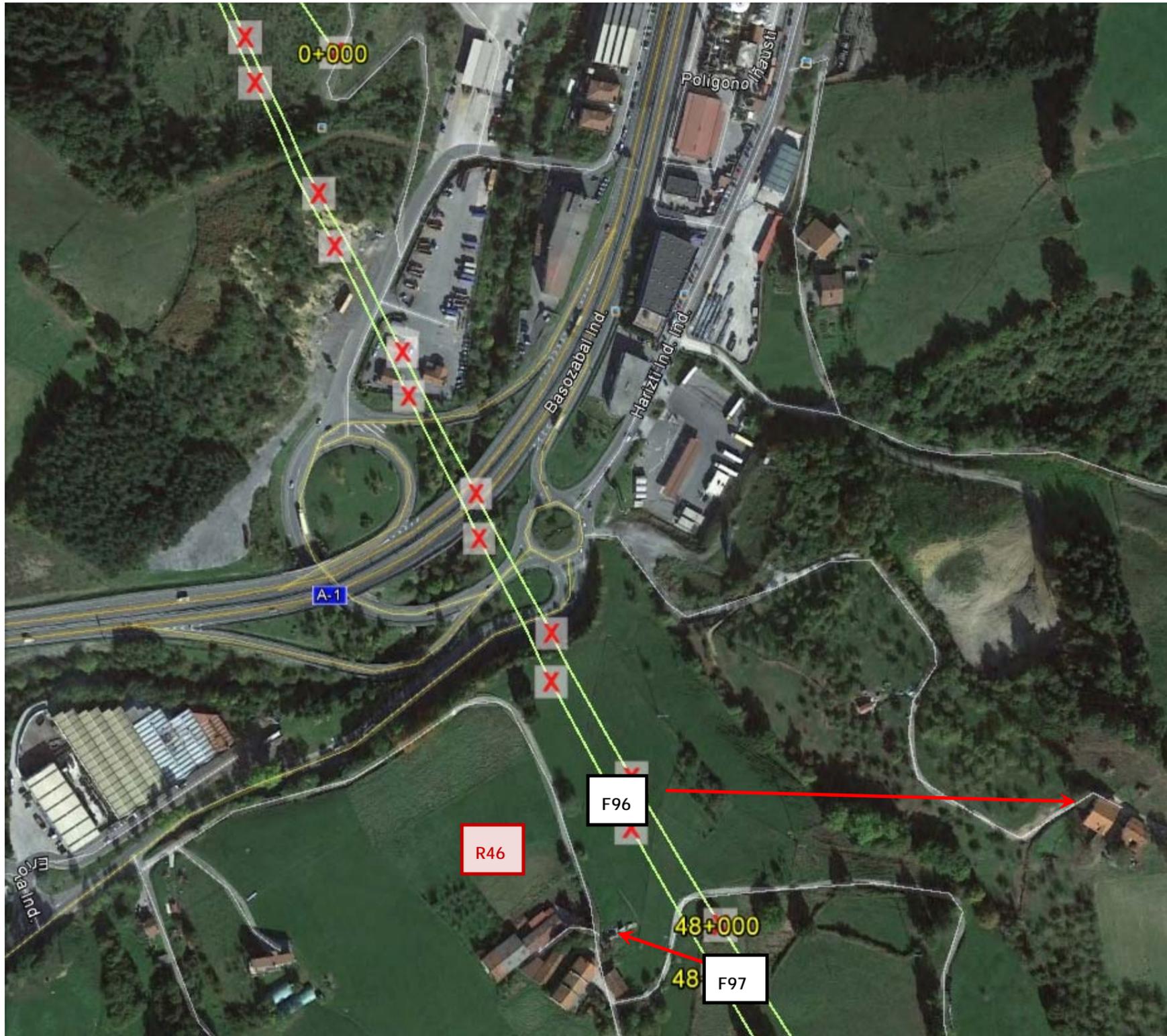


Fotografía F67





Fotografía F86

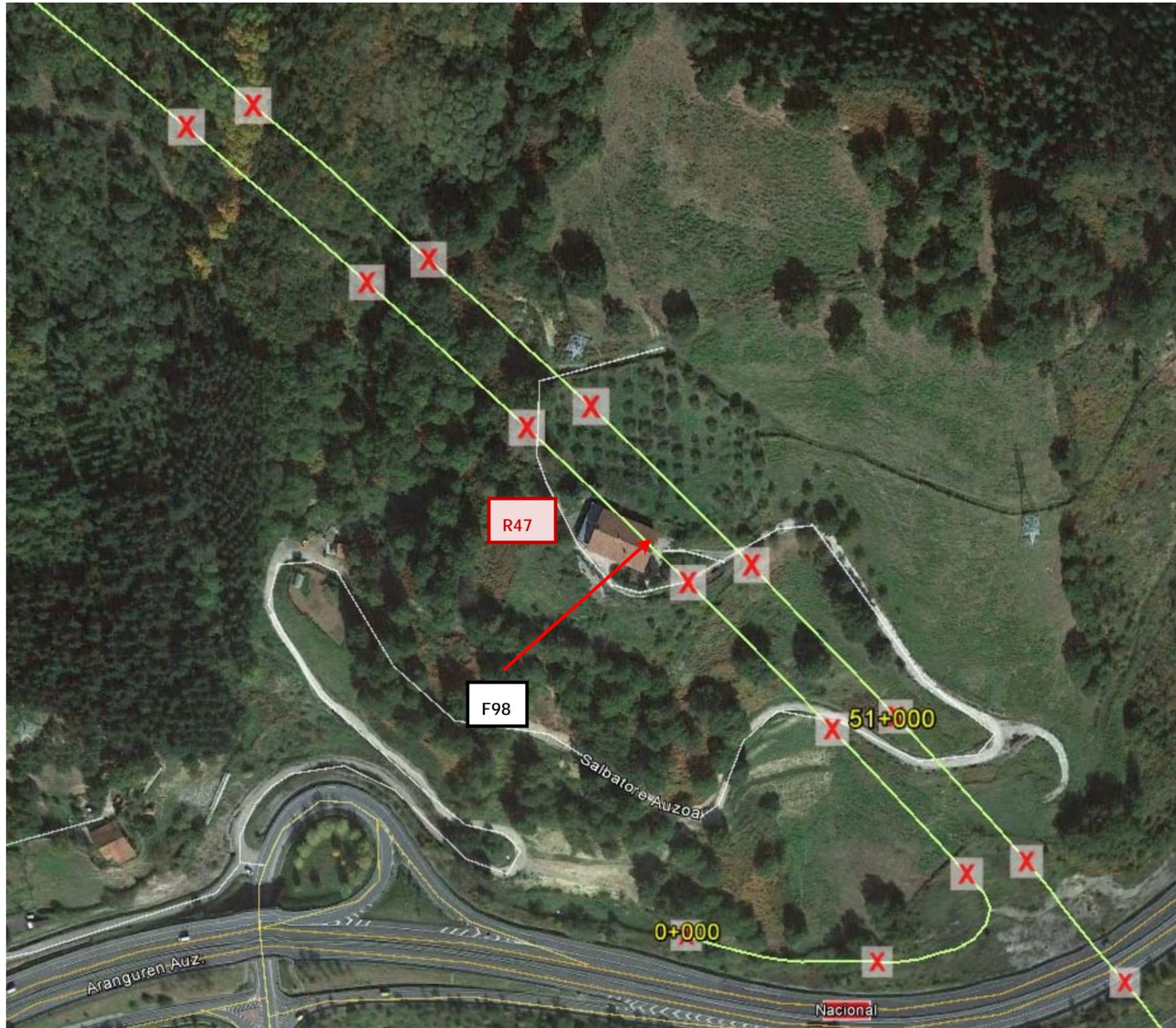




Fotografía F96

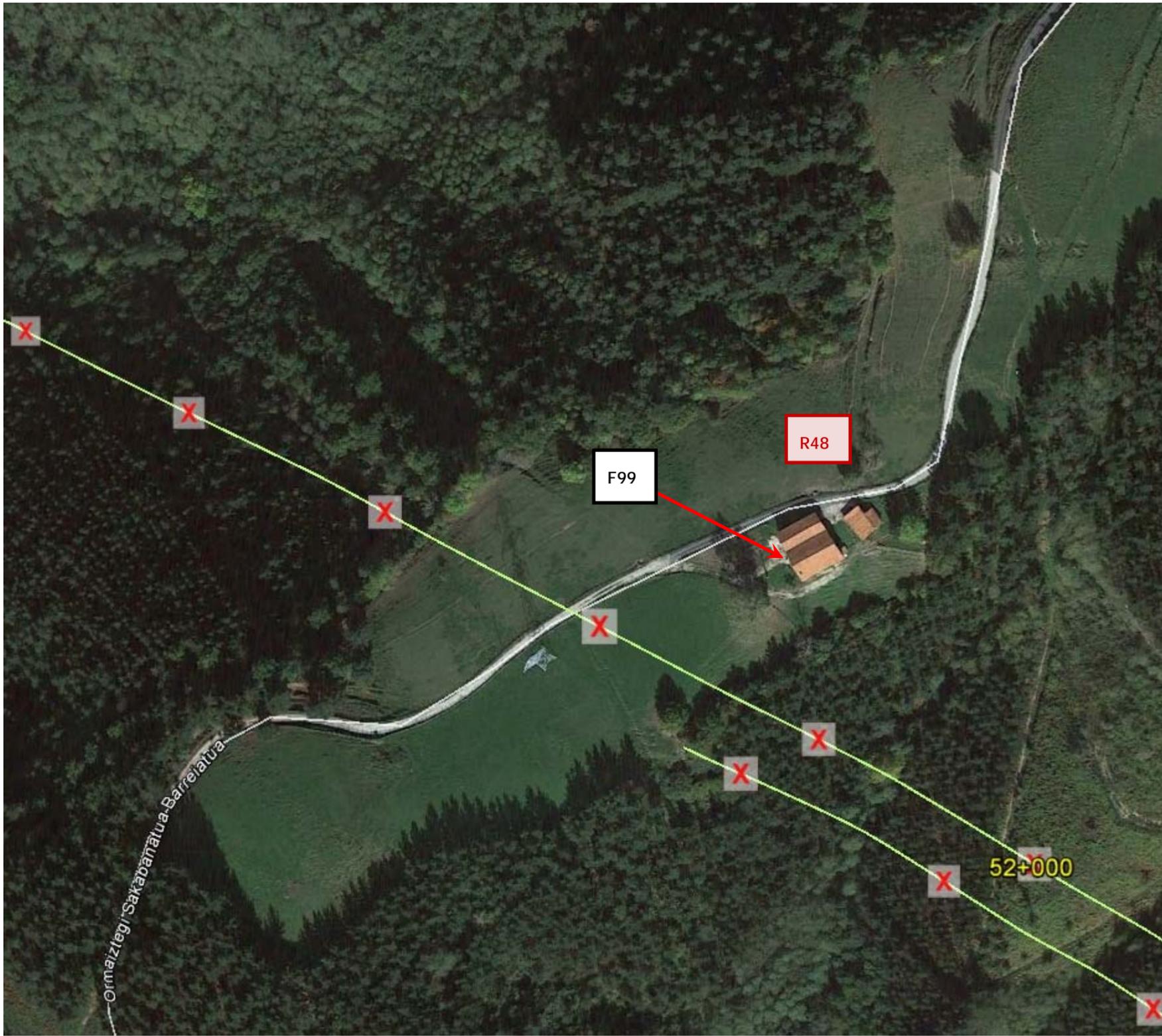


Fotografía F97





Fotografía F98



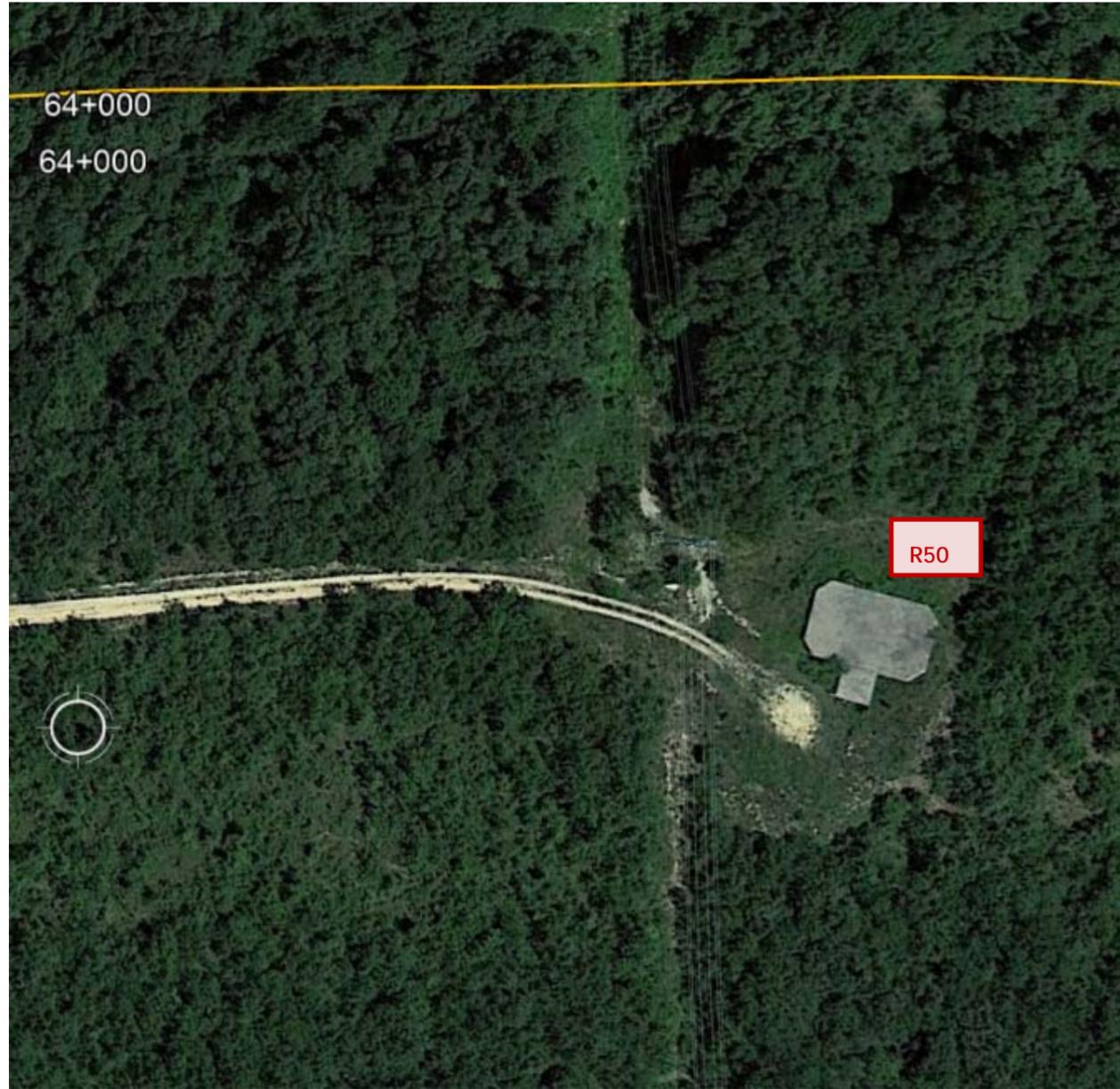


Fotografía F99

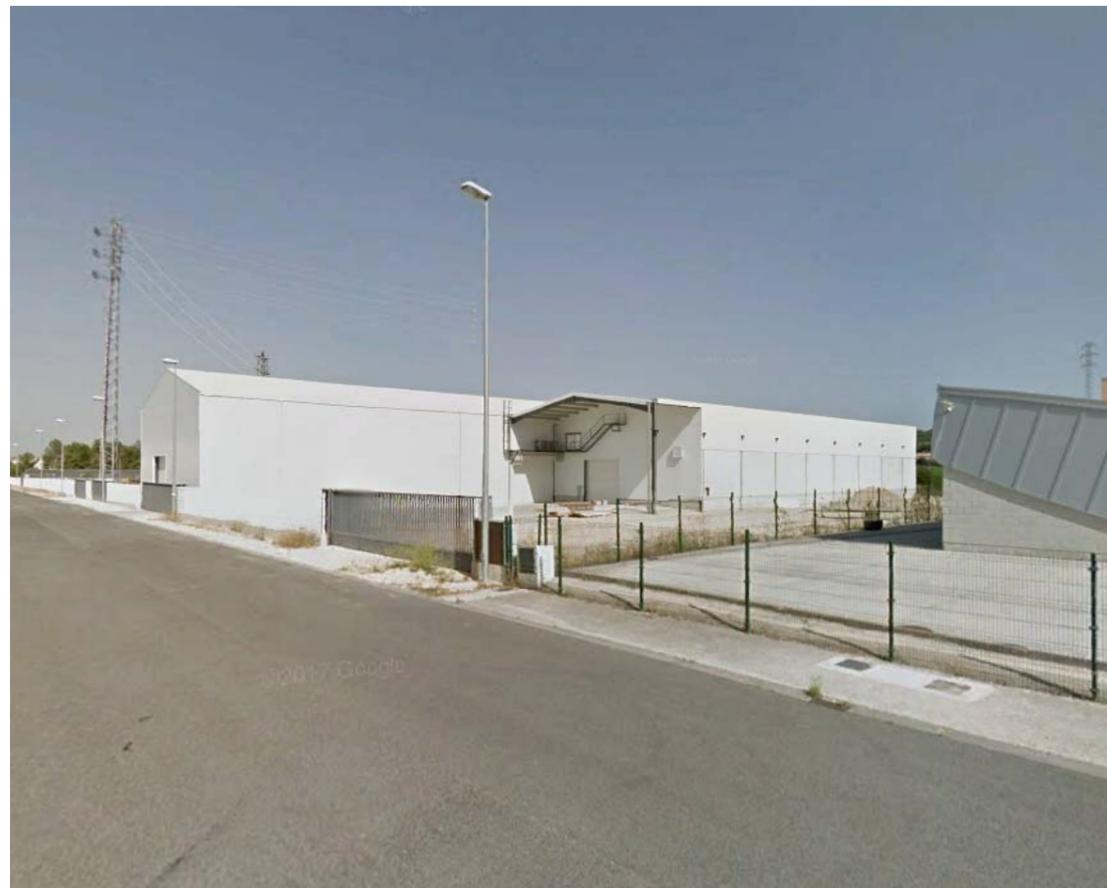




Fotografía F100



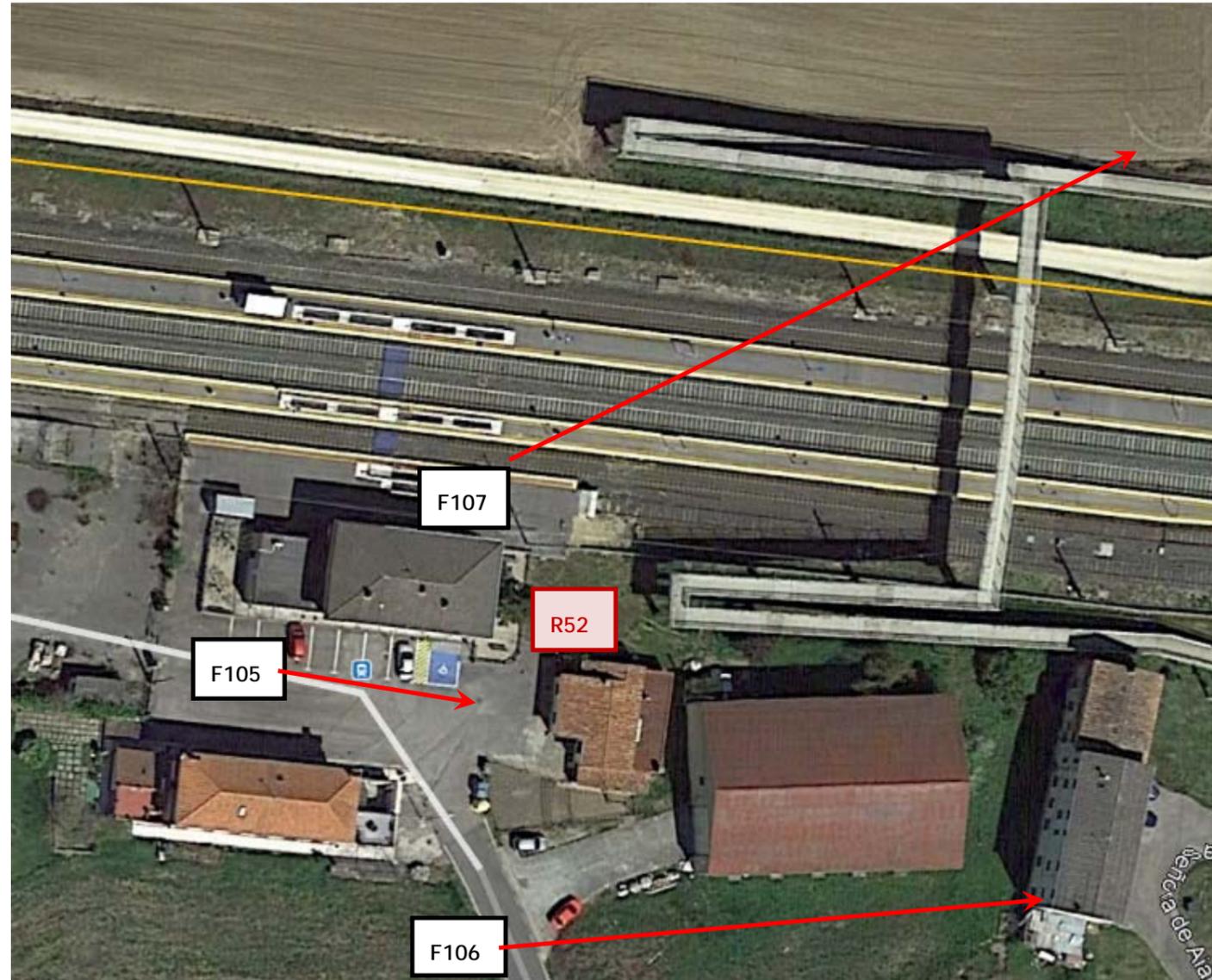




Fotografía F103



Fotografía F104





Fotografía F105



Fotografía F106



Fotografía F107



R53

69+000

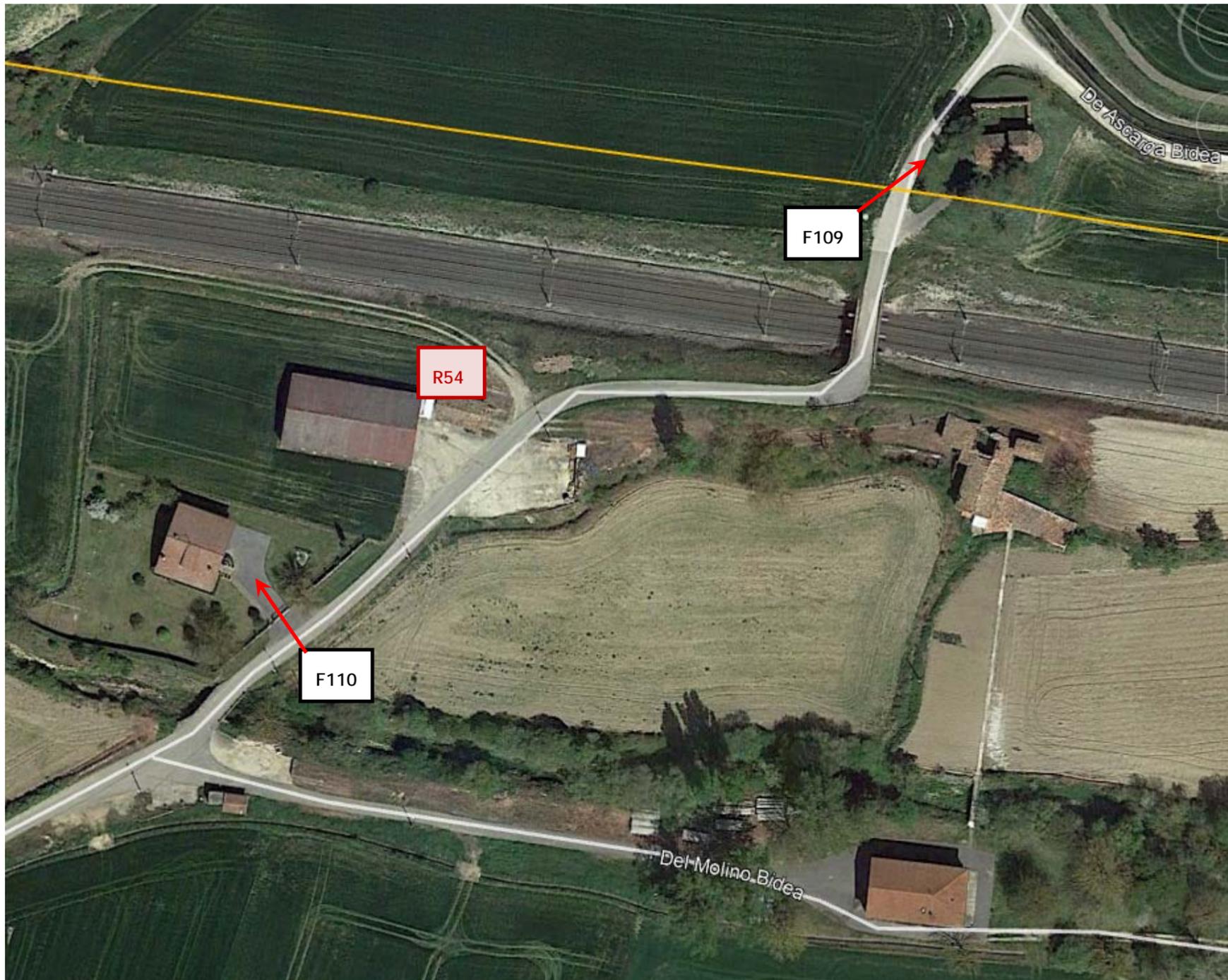
69+000

Ayalamadura Pol.

F108



Fotografía F108

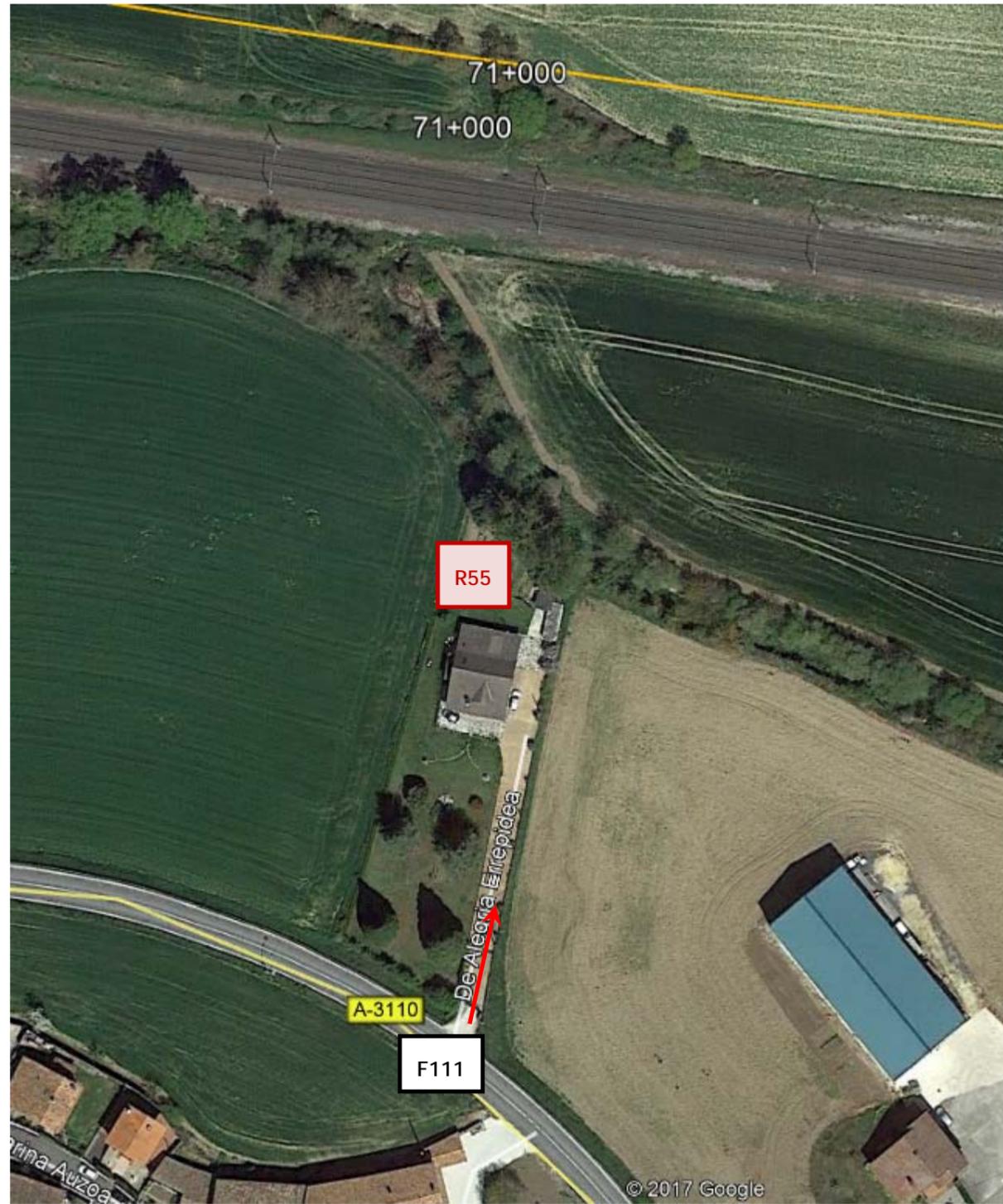




Fotografía F109

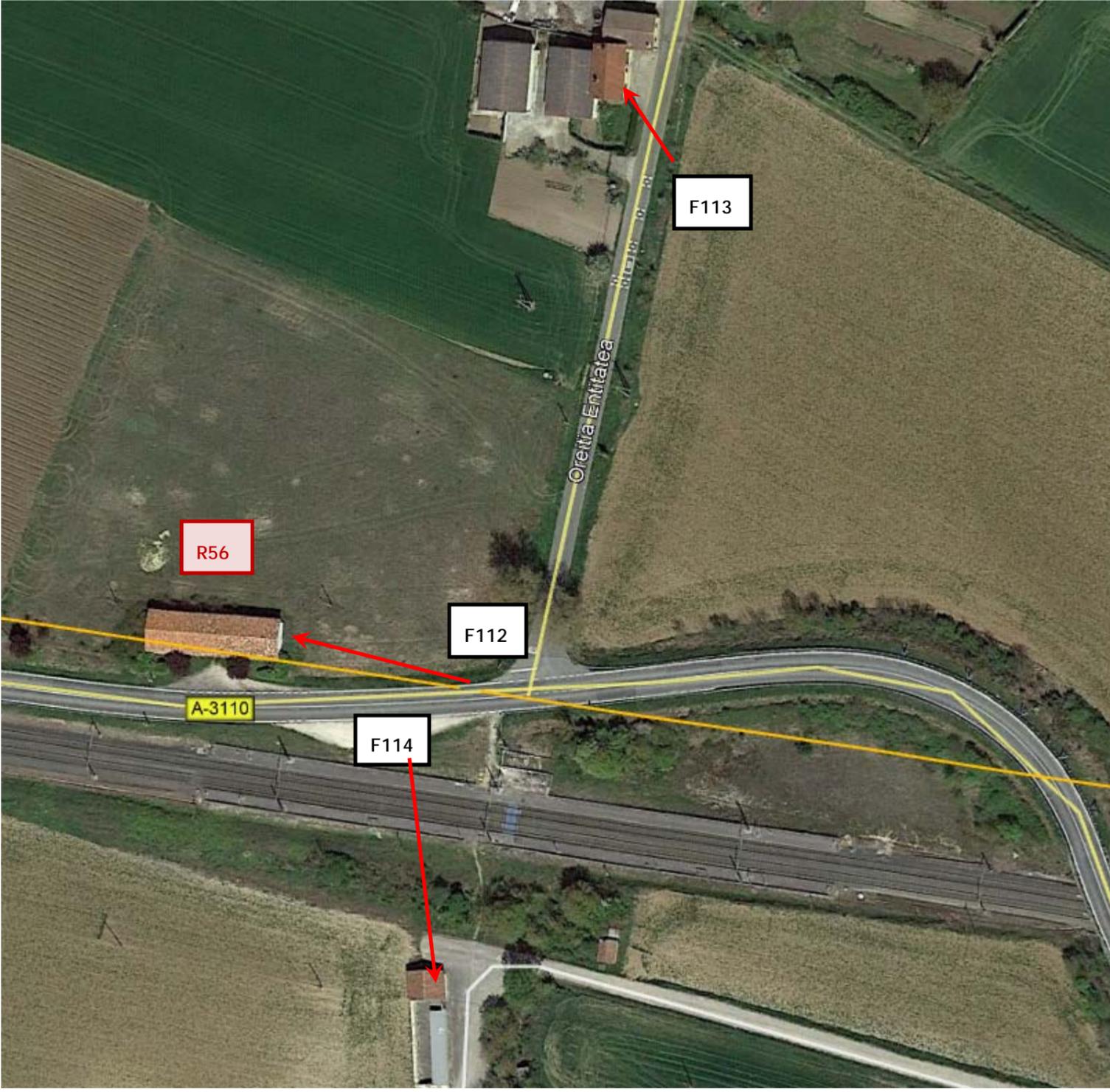


Fotografía F110





Fotografia F111





Fotografía F112



Fotografía F113



Fotografía F114

