



**PROSPECCIÓN GEOFÍSICA MEDIANTE GEORRADAR EN EL CASTILLO DE  
TIEBAS (TIEBAS-MURUARTE DE RETA, NAVARRA)  
MEMORIA DE INTERVENCIÓN**

Ekhine Garcia Garcia  
Roger Sala Bartroli  
Helena Ortiz-Quintana





**RESUMEN DE LA INTERVENCIÓN**

<b>Tipo de intervención</b>	Prospección geofísica multisistema
<b>Resumen</b>	<u>Objetivo:</u> Descripción de los restos que pueda haber en el subsuelo del yacimiento, tanto las relacionadas con el Castillo como la ocupación de la Edad de Hierro. Se quieren localizar también los posibles hornos que pueda haber.
	<u>Metodología:</u> Prospección georradar en extensión. IDS Fast-wave, 5 antenas 600MHz, 0.02x0.20m. Prospección magnética en modo rastreo. Bartington Grad601-dual.
	<u>Conclusiones:</u> Los resultados muestran numerosas anomalías de interés arqueológico pero únicamente en la terraza superior.
<b>Municipio</b>	Tiebas-Muruarte de Reta
<b>Merindad</b>	Sangüesa
<b>Provincia</b>	Navarra
<b>Área de investigación</b>	Parcelas 254 y 391 del polígono 1
<b>Coordenadas UTM</b>	ETRS89 UTM-30N: x: 57414 m y: 4743028 m
<b>Superficie evaluada</b>	GPR: 5531 m <sup>2</sup> ; Rastreo magnético: 3315m <sup>2</sup>
<b>Fechas de ejecución</b>	27-28 de abril de 2023
<b>Promotora</b>	Ayuntamiento de Tiebas-Muruarte de Reta
<b>Directora</b>	Ekhine Garcia Garcia

**Tabla 1: Ficha de la intervención**



## 1. INFORMACIÓN PREVIA Y OBJETIVOS DE LA INTERVENCIÓN

El conjunto arqueológico de Tiebas se encuentra en el Municipio de Tiebas-Muruarte de Reta, a escasos kilómetros de Pamplona-Iruña. Las ruinas del castillo-palacio se encuentran en una pequeña colina desde la que se domina el paso de El Carrascal, un punto estratégico desde donde se controlan a las vías de comunicación que unen la capital con el sur de Navarra y con la Tierra de Estella.

Las informaciones obtenidas de las fuentes arqueológicas o documentales permiten establecer seis fases en la historia del castillo-palacio, que se encuentran detalladas en la página web del proyecto (<https://www.castillopalaciodeltiebas.es>):

Fase 1: Edad de Hierro

Fase 2: Palacio real de Tiebas (1263-1378)

Fase 3: Destrucción, abandono y habitación de «okupas» (s. XIV-XV)

Fase 4: Reconstrucción del palacio (1445-1644)

Fase 5: Abandono (s. XVII-principios s. XIX)

Fase 6: Voladura, expolio y resurrección (s. XIX-s. XXI)

El objetivo de la presente actuación es dar continuación a las investigaciones mediante técnicas no destructivas, de forma que se obtenga información que permita planificar futuras actuaciones en el conjunto arqueológico. En particular, se quieren estudiar las estructuras constructivas adyacentes a los edificios principales, así como los restos de las habitaciones de la época del hierro que podría haber en la terraza superior. Por otro lado, se quieren detectar los posibles hornos que se sospecha que puedan localizarse en las inmediaciones.

## 2. ÁREAS EXPLORADAS

El área de estudio corresponde a las dos terrazas de la colina en la que se sitúa el Palacio, así como las habitaciones disponibles en el interior del mismo. Se han dividido las áreas de estudio en función de las características y de los objetivos planteados en cada una.

Área 1a (1217.46 m<sup>2</sup>): terraza natural de mayor altitud.

- *Intervenciones:* En ella se han realizado pequeñas catas junto a algunos de los contrafuertes (3 norte y 3 oeste) así como dos en trinchera de un metro en la parte este frente a la puerta de acceso al edificio.
- *Posibles estructuras:* en toda la terraza es posible encontrar estructuras de la edad del hierro similares a las encontradas en la sala sur del palacio, también de otras dependencias medievales que hubiera apoyadas al castillo o bloques del edificio tras su voladura. Toda la terraza estaba delimitada por un muro defensivo que se situaba en el borde con la ladera. Más detalladamente, en la zona oeste cimientos de las letrinas (edificio que pudo tener la misma altura que los muros palacio); en la zona suroeste estructuras de la barbacana y de un gran relleno al norte de ella que se intuye en la ortofoto de 1927-1930; al este cimientos de lo que pudieron ser las cocinas.
- *A tener en cuenta:* postes de iluminación y proximidad a la ladera.

Área 1b (413.62 m<sup>2</sup>): patio.

- *Intervenciones:* sí, hasta el nivel medieval.
- *Posibles estructuras:* estructuras de la edad del hierro (zócalo de piedra de las viviendas).
- *A tener en cuenta:* cubierto por grava con un espesor de 20 cm; un 20% de la superficie mantiene el enlosado medieval bajo la gravilla (Figura 2).



Figura 1: Ubicación de las áreas sobre ortofoto (Adrián Cerezo) y sobre mapa de relieve (SITNA).

Área 1c (69.39 m<sup>2</sup>): sala sur.

- *Intervenciones*: sí, hasta el nivel medieval.
- *Posibles estructuras*: estructuras de la edad del hierro (zócalo de piedra de las viviendas).
- *A tener en cuenta*: cubierto por grava con un espesor de 10 cm; no hay enlosado.

Área 2 (3315.42 m<sup>2</sup>): terraza natural de menor altitud.

- *Intervenciones*: no.
- *Posibles estructuras*: fosos defensivos de la edad del hierro; casa del pozo y pozo; cuadras; estructuras defensivas interiores (pequeñas torres); plataforma de subida a la barbacana; graneros; hornos de cal y/o de cerámica; rellenos de tierra con tejas y azulejos desechados (en la zona de la ermita apareció uno de 2-3 m<sup>2</sup>).
- *A tener en cuenta*: vegetación que requiere un desbroce previo; la zona 2.2 ha sido utilizada como huerta desde 1990 hasta 2015.

Área 3 (515.47 m<sup>2</sup>): zona extramuros al norte de la ermita.

- *Intervenciones*: no.
- *Posibles estructuras*: estructuras medievales anexas al castillo y rellenos de material constructivo desechado.
- *A tener en cuenta*: vegetación que requiere un desbroce previo.





Figura 2: Foto del enlosado, actualmente cubierto, desde el suroeste.



Figura 3: Fotografías de las áreas de investigación durante los trabajos de adquisición de datos.

En cuanto la geología, el yacimiento se encuentra en una zona de margas, pero cercana a las formaciones calizas que forman la sierra de Alaitz. El mapa geológico de Navarra señala la existencia de un depósito antrópico que llega a incluir la zona 3 y que se extiende hacia el sur.

### 3. ESTRATEGIA DE PROSPECCIÓN Y METODOLOGÍA

Atendiendo a las características del yacimiento y los objetivos marcados se ha aplicado una metodología multisistema basada en la prospección georradar en extensión en toda el área de exploración combinada con un rastreo magnético en el área 2. Esta aproximación metodológica pretende obtener una información detallada de los restos constructivos que pueda haber en el subsuelo a través de los datos de georradar. Asimismo, se pretende detectar los posibles hornos que pudiera haber mediante el rastreo magnético, una técnica que no proporciona una imagen pero sí permite localizar anomalías de gran intensidad como las generadas por los hornos.

#### 3.1 Sistemas utilizados y ajustes

La prospección georradar se ha realizado con el sistema de georradar IDS SOT Custom, equipado con 5 antenas de 600 MHz en lectura simultánea (Figura 4). Los datos se han obtenido con una resolución de 0.02 x 0.20 m, es decir, obteniendo perfiles separados 20 cm entre sí con una lectura cada 2 cm sobre toda la extensión a explorar.

La prospección magnética se ha realizado utilizando un gradiómetro Bartington Grad601-dual, equipado de dos sensores tipo *fluxgate* de una longitud de 1m y separados de 1m entre ellos. El gradiómetro se ha utilizado en modo rastreo, es decir, sin almacenar los datos en la memoria.

Los parámetros de la adquisición de datos se resumen en las Tabla 3 y Tabla Tabla 3.

Método	Magnético
Sistema	Gradiómetro Bartington Grad601-dual
Sensor	Grad-01-1000L (fluxgate con separación vertical de 1m)
Nº de sensores	2 sensores
Separación entre sensores	1 m
Propiedad medida	Gradiente magnético
Resolución	0.1 nT
Posicionamiento de los datos	Modo rastreo. Puntos de interés posicionados mediante GPS.
Extensión explorada	36,498.27 m <sup>2</sup>

Tabla 2: Parámetros de la adquisición de los datos magnéticos

Método	Georradar		
Sistema	IDS Fast Wave		
Sensor	TR600 FW		
Nº de sensores	5		
Separación entre sensores	0.20m		
Data logger	Panasonic CF-18		
Propiedad	Amplitud (SI)		
Configuración	Frecuencia	Ventana tiempo	Nº de muestras por traza
	600MHz	60ns	512
Resolución	0.2 m x 0.05 m		
Posicionamiento de los datos	Encoder integrado y posicionamiento simultáneo mediante GPS-GNSS Leica GS14		
Extensión explorada	5395 m <sup>2</sup>		

Tabla 3: Parámetros de la adquisición de los datos de georradar.

### 3.2 Procesado de datos georradar

El proceso de los datos consiste en dos fases, el proceso sobre los perfiles individuales para eliminar interferencias y aumentar la señal que interesa de los datos, y su posterior integración en un solo bloque de datos tridimensional. La corrección de los datos se ha realizado mediante un filtro de *background-median* para eliminar ruido del sistema, otro filtro pasa bandas (*band-pass*) para eliminar frecuencias consideradas como ruido, y un filtro de ganancia para compensar la pérdida de energía con la profundidad. Se ha realizado un proceso paralelo en el que como primer paso se ha ajustado el 'tiempo cero' de cada traza, para minimizar el efecto de las diferencias de contacto de las antenas con el suelo. Este proceso se ha utilizado para generar los mapas de amplitud superficiales, mientras que este paso se ha omitido para generar los mapas de amplitud de los niveles de interés arqueológico.

Una vez procesado cada uno de los perfiles, se han integrado en un bloque tridimensional mediante el programa *GPR-Slice*. A partir de este bloque, se ha generado una primera secuencia de 16 cortes horizontales o visualizaciones en planta de 16 cm de grosor, de 0 a 1.55 m de profundidad (secuencia general). Esta secuencia es la que se representa en los mapas de amplitud del anexo gráfico, ya sean los mapas que se han generado con el ajuste de tiempo cero como los que no. Tras haber establecido en 1 m la profundidad de investigación, es decir, la profundidad hasta la que se ha obtenido una señal de calidad, se ha realizado una segunda secuencia de 16 cortes de 12 cm de grosor, de 0 a 1.04 m de profundidad (secuencia detallada). Esta secuencia se ha utilizado para obtener más detalle de algunas anomalías de poca entidad, y se muestra en algunas de las figuras que se encuentran en este texto.

La secuencia se puede resumir en:

1. Corrección del tiempo cero (para generar los mapas superficiales).
2. Un filtro *background* que resta la onda media de cada perfil.
3. Un filtro de frecuencia pasa-banda con límites de ajustados a los datos.



4. La compensación de la atenuación de la señal con la profundidad con una curva de ganancia ajustada a cada una de las cuadrículas.
5. Un filtro *boxcar 1,1* para eliminar ruido y acentuar la señal.
6. La conversión del tiempo de propagación de la señal en profundidad en base a la velocidad extraída del análisis de hipérbolas (0.1 m/ns).
7. La producción de cortes representativos de intervalos de profundidad
  - Secuencia general: 16 cortes de 34 muestras / 3.74 ns, entre 3 y 320 muestras.
  - Secuencia detallada: 20 cortes de 25 muestras 2.93 ns, entre 3 y 320 muestras.
8. La resta de la media de cada perfil después del cálculo de los intervalos en profundidad (70 % de umbral).
9. Interpolación a un píxel rectangular de 0.1 m con un radio de búsqueda de 0.30 m
10. Filtro *low-pass* para suavizar las imágenes finales.

Los parámetros de procesado se resumen en la Tabla 4. El procesado de datos permite generar visualizaciones que expresan variaciones de reflectividad en un rango de profundidad determinado.

### 3.3 Posicionamiento de los datos

La prospección se ha realizado midiendo simultáneamente la posición con un GPS-GNSS Leica GS14. Así, los datos se posicionan en coordenadas absolutas del datum ETRS89-UTM30 (EPSG: 25830) para su posterior integración en el proyecto SIG.



Figura 4: Fotografía del sistema georadar empleado.



### 3.4 SIG del proyecto: Sistematización e interpretación

El sistema SIG del proyecto se ha creado utilizando la aplicación libre Quantum Gis 3.10. Todos los datos utilizados se han basado en el datum ETRS89 UTM-30N (EPSG: 25830). La cartografía de base utilizada se ha obtenido de la infraestructura de datos del Gobierno de Navarra (SITNA), y ha incluido imágenes aéreas vigentes e históricas y bases topográficas a escalas variables. También se han utilizado como base la ortofoto realizada por el arquitecto Adrián Cerezo San Martín, así como el mapa de 1790 georreferenciado por él. Esto ha permitido georreferenciar el plano del edificio que aparece tanto en las memorias de excavación, y se han podido ubicar las catas y los muros localizados para la comparación posterior. Aunque también se han georreferenciado los planos de proyecto de la instalación lumínica, los resultados sugieren que no se corresponden con la ubicación real. Los datos obtenidos se han incorporado al sistema SIG del proyecto para interpretar los datos obtenidos en su contexto topográfico y generar la cartografía final de resultados.

Método	Georradar	
Ajuste tiempo cero	Scan por scan	
Filtro de pasa-banda	319-879 MHz	
Ganancia	Curva ajustada a los datos	
Background-median	Longitud máxima	
Boxcar	1x1	
Velocidad de propagación	0.1m/ns (estimación basada en hipérbola)	
Parámetros cortes (secuencia general)	<b>Propiedad</b>	Amplitud absoluta
	<b>Grosor</b>	34 muestras - 3-320
	<b>Nº de cortes</b>	16
	<b>Profundidad min.</b>	0
	<b>Profundidad max.</b>	1.94 m
	<b>Posición superficie</b>	Muestra 3
Parámetros cortes (secuencia detallada)	<b>Propiedad</b>	Amplitud absoluta
	<b>Grosor</b>	25 muestras - 3-320
	<b>Nº de cortes</b>	20
	<b>Profundidad min.</b>	0
	<b>Profundidad max.</b>	1.91m
	<b>Posición superficie</b>	Muestra 3
Filtros adicionales	Corrección <i>Zero Mean line</i> (70%) Filtro <i>low-pass</i> sobre los mapas de amplitud obtenidos.	

Tabla 4: Parámetros de procesamiento de los datos de georradar

*Resultados georradar*

Para la interpretación de los datos de georradar, se han utilizado los mapas de amplitud generados con los tres procesos descritos en el apartado 3.2, seleccionado en cada uno los que se han considerado más representativos de los elementos detectados. La secuencia se ha completado con los mapas 1-5 del proceso donde se ha aplicado una corrección del tiempo cero, y los mapas 6-16 del proceso sin esta corrección. Estos mapas se han representado en los gráficos 3-18 para la zona 1 y en los gráficos 21-36 para toda el área explorada, con el objetivo de proporcionar una imagen suficientemente detallada de la terraza superior.

A partir de esta selección se ha realizado una interpretación por profundidades, que consiste en la creación de esquemas de las anomalías reflectantes más significativas para cada corte horizontal (gráfico 19). Esto permite expresar de manera esquemática la evolución de los diferentes elementos con la profundidad.

En las tablas 5 y 6 se recogen los rangos de profundidad correspondientes a cada corte de las secuencias generadas.

Corte	Intervalo de tiempo (ns)	Profundidad (m) v=0.1m/ns	Corte	Intervalo de tiempo (ns)	Profundidad (m) v=0.1m/ns
1	0.-3.98	0.-0.2	9	18.53-22.51	0.93-1.13
2	2.32-6.29	0.12-0.31	10	20.85-24.83	1.04-1.24
3	4.63-8.61	0.23-0.43	11	23.17-27.14	1.16-1.36
4	6.95-10.93	0.35-0.55	12	25.49-29.46	1.27-1.47
5	9.27-13.24	0.46-0.66	13	27.8-31.78	1.39-1.59
6	11.58-15.56	0.58-0.78	14	30.12-34.09	1.51-1.7
7	13.9-17.88	0.7-0.89	15	32.44-36.41	1.62-1.82
8	16.22-20.19	0.81-1.01	16	34.75-38.73	1.74-1.94

*Tabla 5: Intervalos correspondientes a los cortes georradar efectuados en la secuencia general*

Corte	Intervalo de tiempo (ns)	Profundidad (m) v=0.1m/ns	Corte	Intervalo de tiempo (ns)	Profundidad (m) v=0.1m/ns
1	0.-2.93	0.-0.15	11	18.57-21.5	0.93-1.08
2	1.86-4.79	0.09-0.24	12	20.43-23.36	1.02-1.17
3	3.71-6.64	0.19-0.33	13	22.29-25.22	1.11-1.26
4	5.57-8.5	0.28-0.43	14	24.15-27.08	1.21-1.35
5	7.43-10.36	0.37-0.52	15	26.-28.93	1.3-1.45
6	9.29-12.22	0.46-0.61	16	27.86-30.79	1.39-1.54
7	11.14-14.07	0.56-0.7	17	29.72-32.65	1.49-1.63
8	13.-15.93	0.65-0.8	18	31.58-34.51	1.58-1.73
9	14.86-17.79	0.74-0.89	19	33.43-36.36	1.67-1.82
10	16.72-19.65	0.84-0.98	20	35.29-38.22	1.76-1.91

*Tabla 6: Intervalos correspondientes a los cortes georradar efectuados en la secuencia detallada*

### Síntesis

Los resultados de la interpretación de los datos se resumen en un esquema sintético donde se representan las estructuras localizadas en función de su atribución o interpretación arqueológica (gráficos 20 y 37-38).

 Diferencias cobertura / aportaciones	 Constructivo	 Combustión
 Constructivo	 Constructivo dudoso	 Combustión dudosa
 Constructivo dudoso	 Iluminación	 Metal
 Derrumbe/relleno	 Iluminación dudoso	 Positivo
 Iluminación	 Límite parcela	
 Cata		
 No concluyente		

Figura 5: Código de colores utilizado en la síntesis interpretativa.

## 4. RESULTADOS

Los resultados de la prospección georradar han mostrado numerosas anomalías que se pueden atribuir a acciones antrópicas, aunque la mayoría se encuentra situada en la terraza superior. Como puede verse en la secuencia de gráficos y en las imágenes insertadas en la memoria, en la terraza inferior (zona 2) no se han detectado estructuras de interés que puedan asociarse al Palacio.

A continuación se describirán las anomalías detectadas mediante la exploración georradar, mientras que los resultados del rastreo magnético se detallarán en último lugar. Durante el texto se integrarán distintas figuras parciales para ilustrar las anomalías que se mencionen de forma detallada; en los gráficos y en la Figura 13 se muestra la síntesis interpretativa donde se muestran todas ellas.

### Terraza superior, perímetro del Palacio (zona 1a)

En los mapas de amplitud más superficiales se detectan, especialmente al este de la zona 1a, zonas reflectantes de morfología indefinida que se atribuyen a diferencias de cobertura o a aportaciones realizadas, posiblemente para nivelar (Figura 6). La anomalía **1** se atribuye a la aportación de gravas realizada para facilitar el acceso al edificio principal. Las anomalías **2** y **3** se atribuyen a posibles nivelaciones realizadas probablemente durante los trabajos de restauración de los contrafuertes. La anomalía **4** se encuentra junto a farola, por lo que podría estar generada por los movimientos de tierra realizados para su instalación. En esta zona se encuentra también una de las catas realizadas en 2006 (cata 4 de la zona 2), aunque su traza no es claramente identificable en los mapas de amplitud. En el extremo oriental de esta cata se localizó el muro del edificio Este y su refuerzo (Ramos, 2007), que quedarían fuera de la zona explorada mediante georradar.

Aunque en las imágenes en planta no se dibujan con claridad hasta los cortes 4-5, en las secciones se pueden observar desde unos 25-30 cm bajo superficie lo que se atribuye a las conducciones para la iluminación del castillo (Figura 6). En el sector este de la zona 1a es donde se manifiestan con mayor claridad (anomalías **5**, **6** y, tal vez, **7**), así como en el sector sur (anomalía **8**, Figuras 10 y 13). Aunque no hay lámparas que justifiquen la necesidad de una conducción que corresponda a la anomalía 6, es el análisis de la señal lo que ha llevado a realizar esta atribución, que deberá ser verificada para que sea definitiva. En cuanto la anomalía 7, su atribución es más dudosa ya que no manifiesta las mismas características que el resto, y además su ubicación no coincide con ningún poste de luz. Así, podría tratarse de una canalización de desagüe del patio, aunque la atribución es incierta.

Unos 15 m hacia el norte de la anomalía 4 se ejecutó otra de las catas de aquella campaña, la cata 1 de la zona 2. Aunque ésta tampoco es visible de forma evidente en los mapas generados a partir de los datos de georadar, en los cortes superficiales se pueden ver irregularidades que podrían estar relacionadas con el acondicionamiento posterior (anomalía 9, Figura 7). A partir del corte 6, en cambio, se detecta una zona reflectante más definida que se estrecha a medida que aumenta la profundidad (anomalía 10). El análisis en sección muestra una zona reflectante que se encontraría entre 0.45-0.80 m bajo superficie, con una señal irregular que sugiere que se trata de una zona con rellenos o derrumbes, más que un resto constructivo. En la cata 1 realizada en esta zona se detectó un nivel de escombros pero de poca entidad sobre un nivel de arcillas que se confundía con el natural (Ramos, 2006). Así, la anomalía 10 podría corresponder a la continuación de dicho nivel de escombros, a los restos del material desplazado en la cata o bien a una combinación de ambos factores.

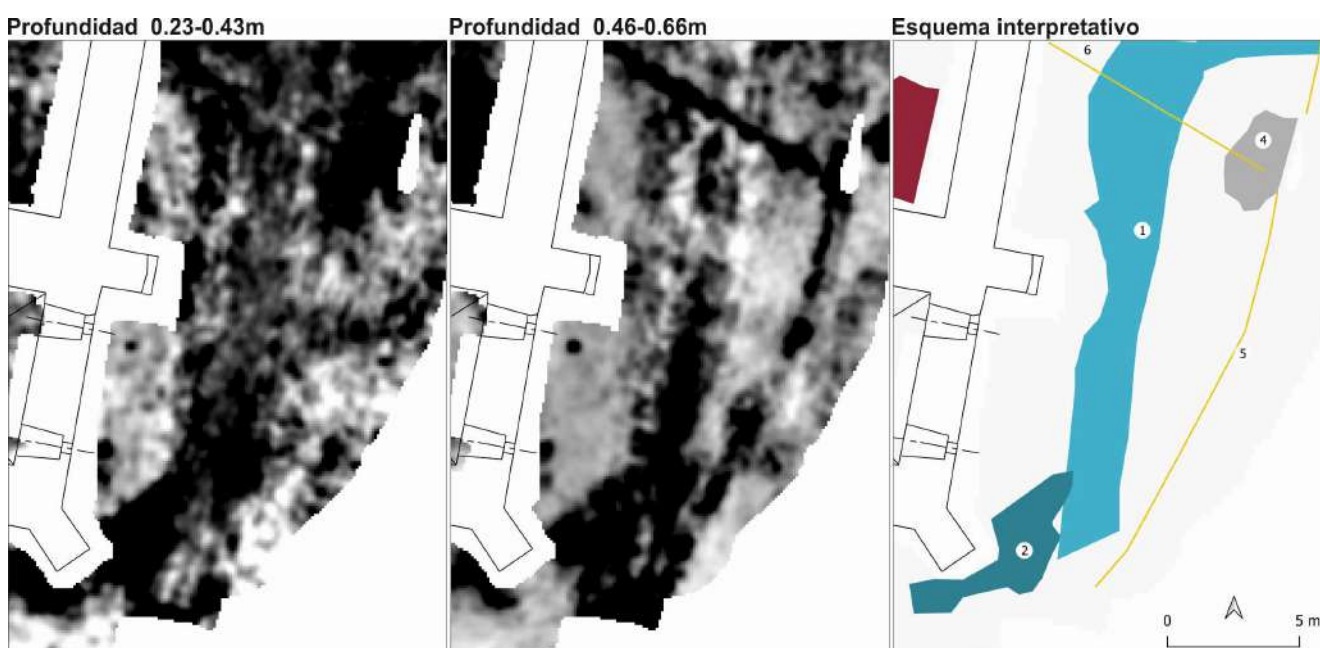


Figura 6: Mapas de amplitud y esquema interpretativo de los grupos 1,2, 4, 5 y 6. El código de colores para el esquema interpretativo se especifica en la Figura 5.

Lo que es más interesante es que, a partir del corte 5 y especialmente en el corte 6 (0.58-0.78 m bajo superficie) se detecta una anomalía que, de forma irregular, presenta un recorrido de unos 20 m hacia el norte (anomalía 11). Esta anomalía podría corresponder a la continuación del muro del edificio Este o a su refuerzo por la cara externa, ambos localizados en la cata mencionada. Aún así la atribución presenta dudas debido a que la ubicación exacta de la cata es desconocida. En base a la georeferenciación realizada por SOT<sup>1</sup> el refuerzo del muro mencionado coincide con esta anomalía; en cambio, en algunos de los mapas que maneja la dirección arqueológica el muro se situaría fuera del área explorada. Otra posible atribución de esta anomalía sería la conducción de los cables para la iluminación, ya que se encuentra en continuación de las anomalías 5 y 6 que se han mencionado anteriormente. El análisis en sección muestra una señal similar a las producidas por

<sup>1</sup> Utilizando los planos de excavación de la memoria de intervención y georeferenciándolos en función de las curvas de nivel del levantamiento realizado por el arquitecto Adrián Cerezo, facilitadas por la dirección arqueológica.

las conducciones de la luz, sin que se detecte una estructura con suficiente entidad para atribuirla claramente al muro. Así, se atribuye preliminarmente a la continuación de la instalación lumínica. La anomalía **12** que se detecta sutilmente en el sector norte podría ser la continuación de dicha instalación.

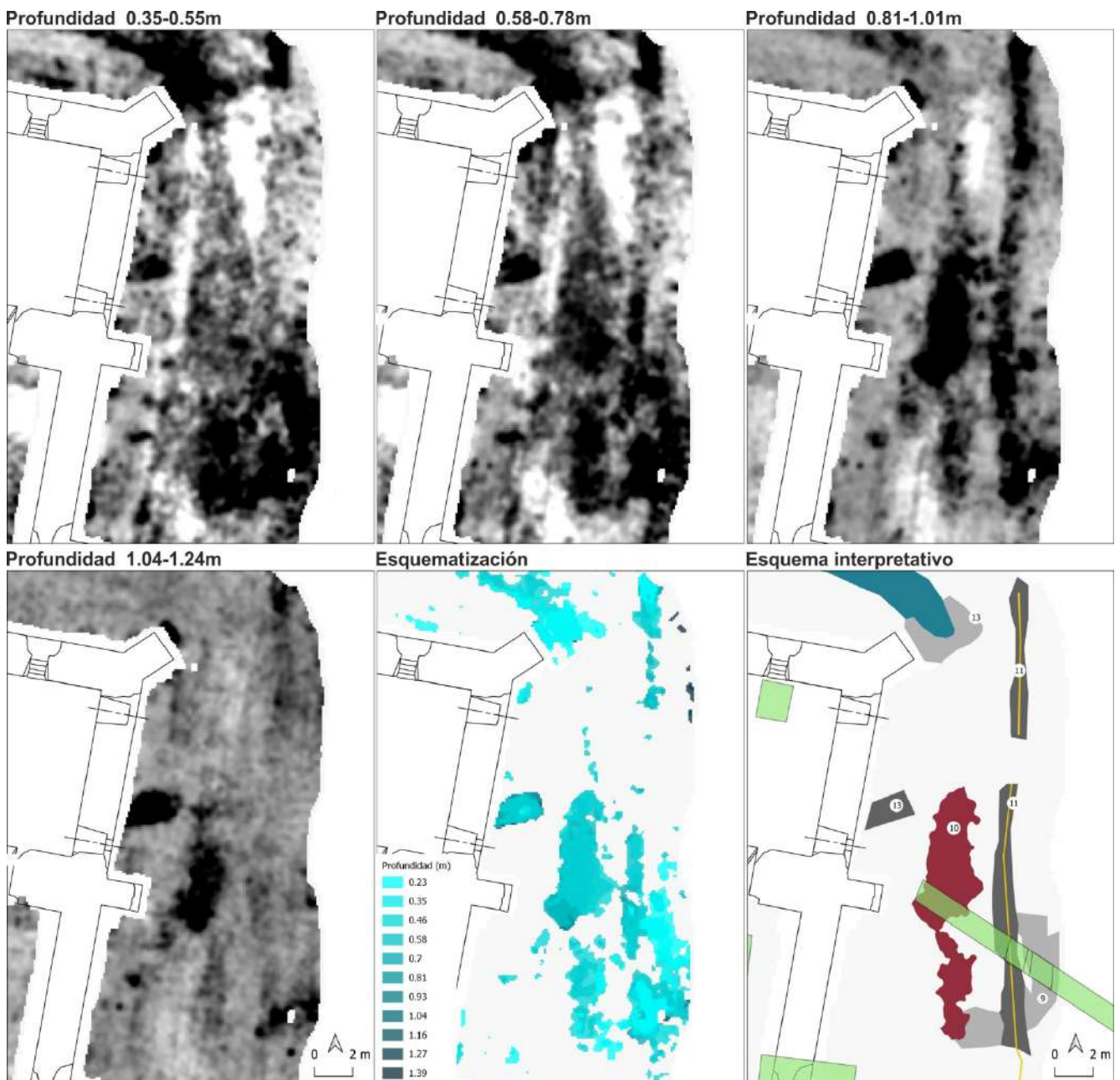


Figura 7: Mapas de amplitud, esquematización por profundidades y esquema interpretativo de los grupos 9, 10, 11 y 13. Las catas de 2006 se han indicado mediante polígonos de color verde. El código de colores para el esquema interpretativo se especifica en la Figura 5.

Se ha denominado anomalía **13** a una zona reflectante que se detecta en contacto con el muro este del edificio del Palacio, con unas dimensiones de aproximadamente 1.75 m x 1.4 m (Figura 7). Se detecta a partir de aproximadamente 0.5 m bajo superficie y presenta una potencia vertical importante, hasta una profundidad de aproximadamente 1.40 m. El análisis en sección muestra una señal intensa pero irregular, sugiriendo que se trata de una zona rellena de material reflectante como podrían ser piedras, pero sin que se pueda afirmar que



se trata de una estructura constructiva. Al mismo tiempo, el hecho de que esté tan acotado parece descartar que se trate de una zona de relleno. En esta zona no se tiene constancia de que se haya ejecutado ninguna cata, por lo que se atribuye la anomalía a una estructura constructiva dudosa.

En el sector norte, enfrente del contrafuerte más oriental, en los niveles superficiales se detecta una zona reflectante similar a las descritas para los contrafuertes del sur y que se atribuye a las nivelaciones o aportaciones realizadas en este punto (anomalía **14a**). A medida que aumenta la profundidad, en cambio, se detecta una anomalía reflectante paralela a la pared del edificio y que ocupa la franja central de la terraza (anomalía **14b**). En el análisis en sección se ve un nivel estratigráfico ligeramente curvado respecto a la superficie, pero no presenta suficiente entidad como para que se pueda atribuir a un suelo pavimentado. Anomalías similares son visibles en otras zonas de esta terraza (en el sector este, por ejemplo), y podrían estar relacionadas con la amortización de los niveles anteriores para la nivelación.

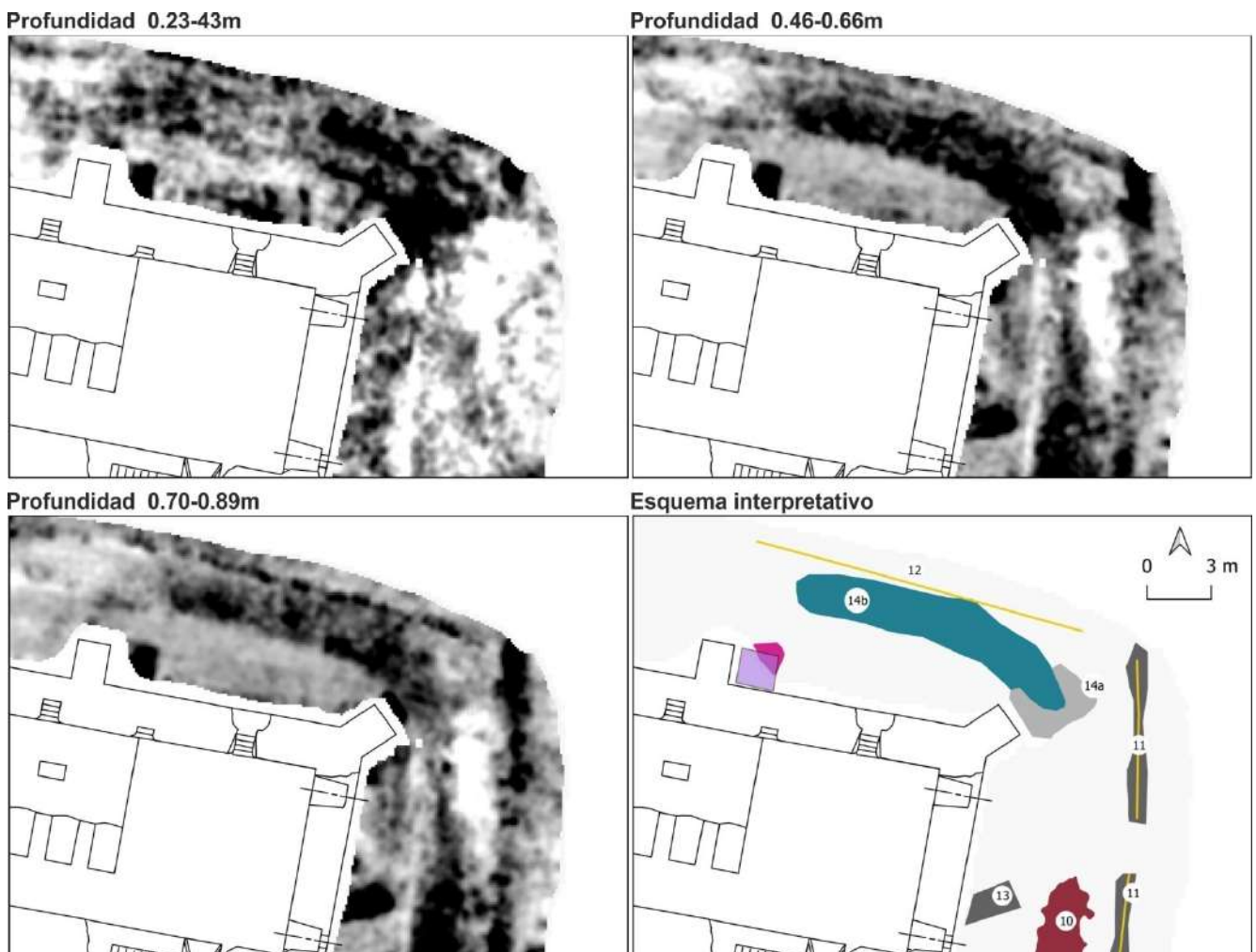


Figura 8: Mapas de amplitud, esquematización por profundidades y esquema interpretativo de los grupos 12, 13 14a y 14b. La cata de 1988 se ha indicado mediante un polígono de color lila. El código de colores para el esquema interpretativo se especifica en la Figura 5.

El sector oeste de la terraza superior es una de las zonas donde se ha detectado la mayor concentración de estructuras de interés (Figura 9). Alrededor del contrafuerte que marca la esquina noroeste del Palacio se

detecta, desde aproximadamente 25 cm de profundidad, una zona irregular de forma indefinida (anomalía 15). Como se puede ver en la secuencia de cortes, la zona reflectante no es regular sino que varía con la profundidad. Esto podría deberse a una acumulación variable de escombros o rellenos, o bien a una superposición de estratos que acaban generando estas imágenes. El análisis en sección muestra zonas con mayor o menor intensidad de reflexión, así como variaciones en la potencia vertical. En algunos puntos parece que pudiera haber algunos reflectores planos pero sin que la señal pueda ser claramente atribuible a restos constructivos; en otros puntos la señal es más coincidente con lo esperado para rellenos irregulares. Así, la atribución de esta anomalía es incierta; podría estar relacionado con una acumulación de escombros o rellenos irregulares de diferente potencia (entre 20 cm y 60 cm), aunque no se puede descartar que pudiera haber alguna estructura constructiva.

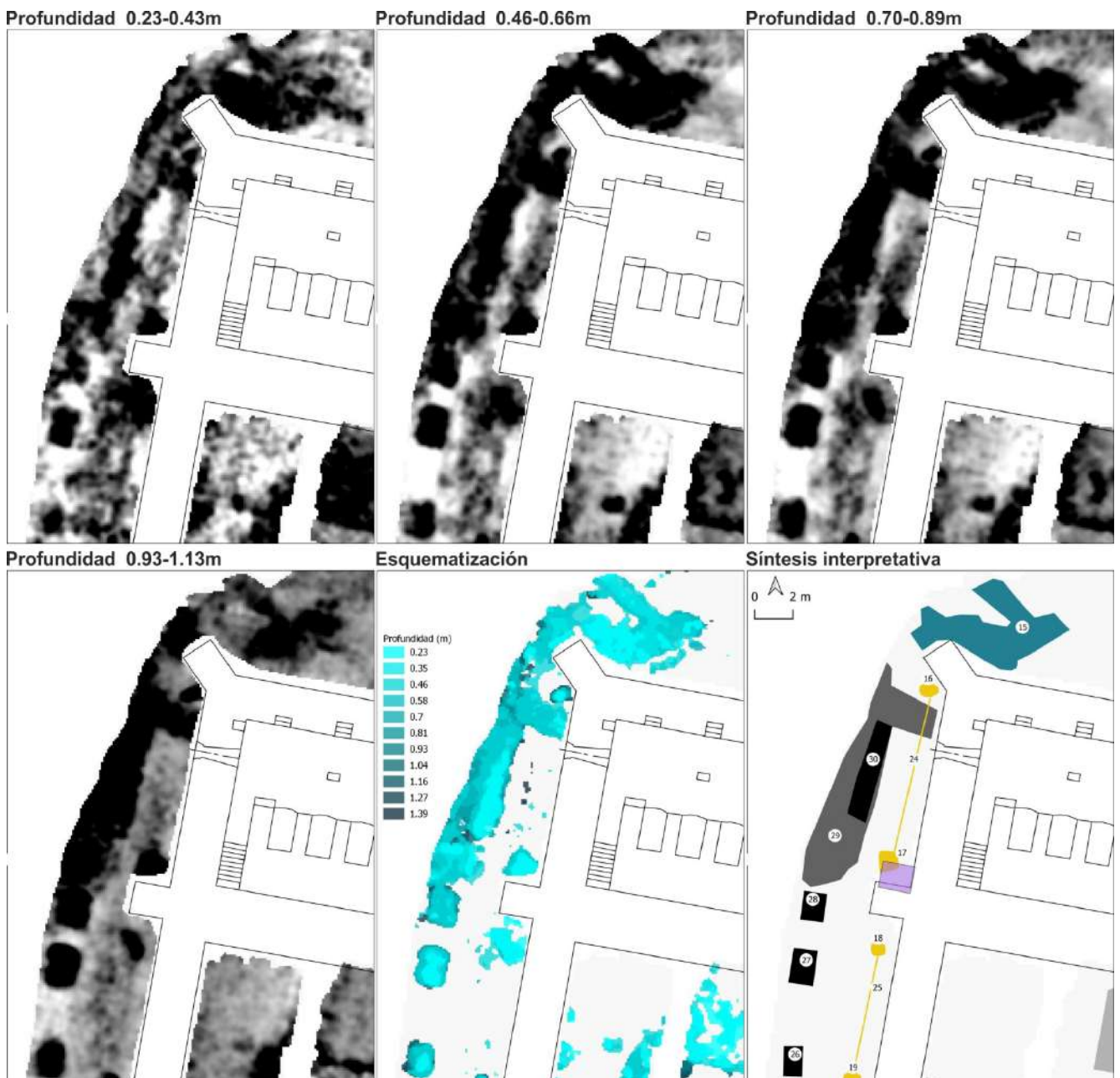


Figura 9: Mapas de amplitud, esquematización por profundidades y esquema interpretativo de las anomalías 15 y 26-30. La cata de 1988 se ha indicado mediante un polígono de color lila. El código de colores para el esquema interpretativo se especifica en la Figura 5.

Al sur de este contrafuerte se detectan varias anomalías de interés que podrían estar relacionadas con estructuras constructivas, junto con las anomalías generadas por los focos de iluminación (anomalías **16-23**), y los cables que las unen (anomalías **24 y 25**). Las anomalías **26, 27 y 28** corresponden a zonas reflectantes rectangulares y bien definidas, de dimensiones aproximadas de 1x1.5 m (26), 1.3x1.8 m (27) y 1.2x1.5 m (28). La más superficial es la número **27**, que se detecta con claridad a partir del corte 3 (0.23-0.43 m bajo superficie). En las otras dos se detecta alguna reflexión más superficial pero la forma rectangular se define a partir de unos 55 cm bajo superficie. Muestran una potencia vertical importante, que podría alcanzar hasta 1.5 metros de profundidad. En todos ellos la señal muestra reflexiones de alta intensidad que serían compatibles con una estructura constructiva aunque también podrían tratarse de zonas bien delimitadas rellenas de material reflectante (piedras, escombros), especialmente la número 28 cuya señal es más irregular. Así, a la espera de una verificación arqueológica se han atribuido a restos constructivos. Aunque puede que se trate de estructuras independientes, hecho de que compartan algunas similitudes en las características de la señal y el que se encuentren en la misma zona sugiere cierta relación entre estas tres anomalías.

Inmediatamente al norte de la anomalía **28** se detecta otra zona reflectante cuya forma va variando en función de la profundidad. En los cortes 3-5 aparece como una zona rectangular de dimensiones aproximadas de 1x5m (anomalía **29**, ver secuencia de mapas de amplitud en los gráficos o Figura 9). A partir del corte 6 la zona reflectante se extiende ocupando toda el área hasta el límite occidental de la terraza, y mostrando un ángulo que cierra hacia el edificio justo debajo del contrafuerte (anomalía **30**). Aunque probablemente se trate de la misma estructura, se han diferenciado estas dos anomalías para poder expresar mejor lo que se observa en los resultados. La interpretación de este conjunto está relacionada con el tramo occidental de la muralla que se puede observar en el plano de 1790. Así, la anomalía 29 podría atribuirse a un tramo de la muralla que se hubiera mantenido mejor conservada, mientras que la 30 podría corresponder a zonas derrumbadas o a niveles de preparación. En el plano mencionado la muralla no continúa hacia el norte a partir de este punto sino que aparece con línea discontinua, lo que se interpreta como que se trataría de las zonas no conservadas y extrapoladas por el dibujante. Así, es posible que el ángulo que se ve en los mapas de amplitud corresponda al cierre de la muralla en este punto, aunque genera dudas debido a que cortaría el paso alrededor del edificio y no parece una buena solución. Otra opción es que en las imágenes se superpongan los restos de la muralla con alguna otra estructura. De hecho, el desagüe de la bodega se ubicaría en esta posición y, aunque el propio desagüe es muy profundo (a unos 1.75 m bajo superficie), es posible que la trinchera que ejecutarían para su construcción sea visible a cotas superiores.

En el extremo suroeste del palacio se detecta una zona reflectante que parece dar continuación al contrafuerte, ya que se ubica justo enfrente y mantiene la misma orientación y anchura (anomalía **31**, Figura 10). Se detecta a partir de aproximadamente 0.3 m bajo superficie y muestra una potencia vertical de unos 70-80 cm. El análisis en sección muestra una señal compatible con la esperada para restos constructivos masivos o rellenos reflectantes, pero atendiendo a la forma bien definida que presenta parece más probable que se trate de algo constructivo.



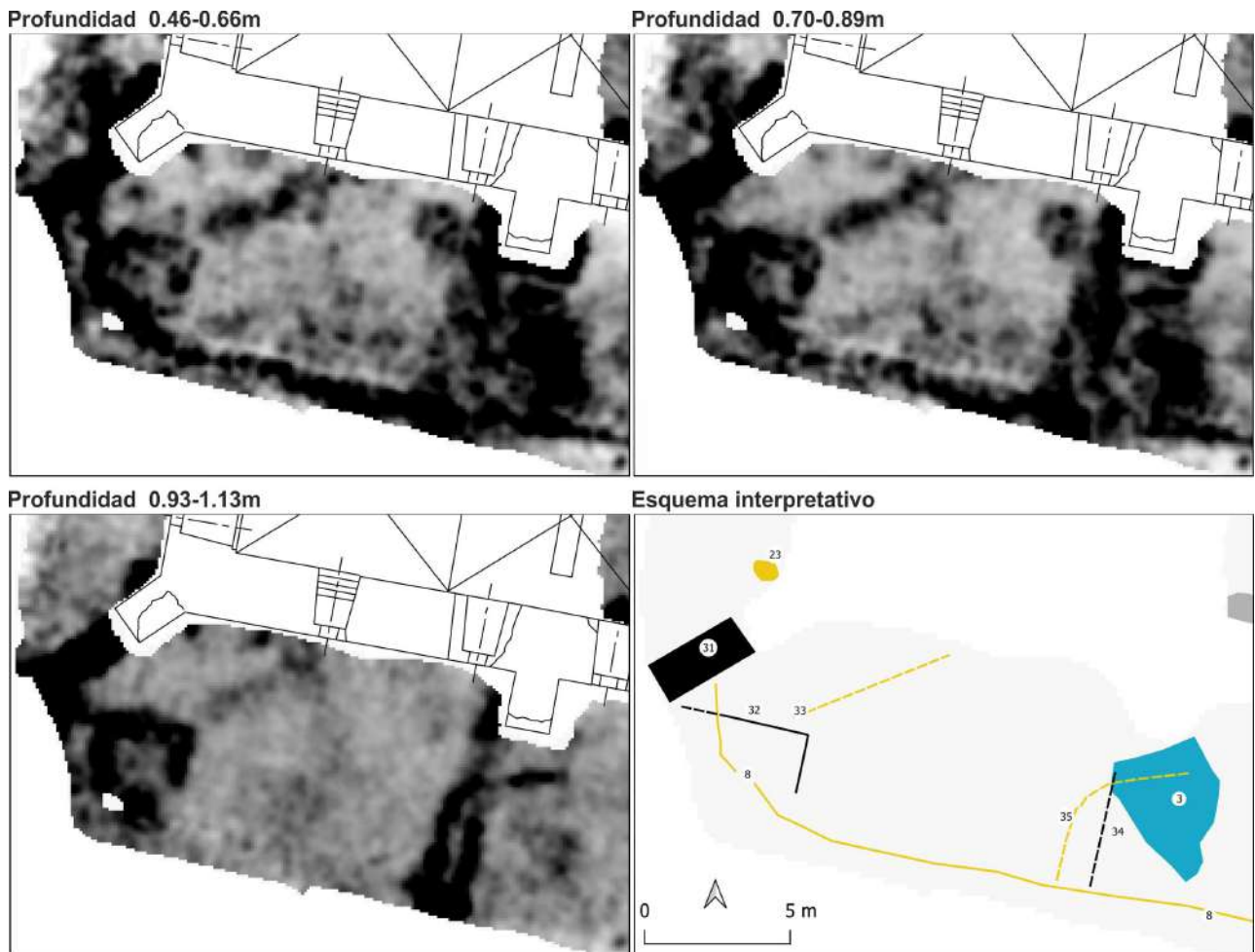


Figura 10: Mapas de amplitud y esquema interpretativo de los grupos 3, 8, y 31-35. El código de colores para el esquema interpretativo se especifica en la Figura 5.

Al oeste se detecta una anomalía que presenta un aspecto rectangular en las imágenes, generando un posible ámbito de 2.5x2 m aproximadamente. Un estudio más en detalle genera dudas sobre si se trata de una única estructura o bien es una imagen formada por varias estructuras independiente. En primer lugar, en el plano de 1970 se puede ver una construcción en esta zona que coincide con la anomalía **32** (ángulo nororiental). Por otra parte, en esta zona se encuentra una de las farolas de iluminación y todo apunta a que es la conducción del cableado lo que forma la esquina suroccidental del posible ámbito mencionado, uniéndose con la anomalía **8** descrita anteriormente y que transcurre por todo el sector sur de la terraza. Así, los resultados parecen validar la ubicación del edificio que se ve en el plano, que se encontraría a unos 40 cm bajo la superficie. Aunque parece la atribución más probable, el análisis en sección no muestra una señal intensa que cabría esperar para un muro de cierta entidad, por lo que es un punto interesante para la verificación arqueológica. De forma similar, la anomalía **33** genera dudas de atribución. Se trata de una anomalía lineal de señal irregular que presenta un recorrido de aproximadamente 4 metros entre el vértice de la anomalía **32** y el muro del Palacio. Se detecta entre los cortes 5 y 8 (entre 0.46-1 m bajo superficie), aunque el análisis en sección sugiere que podría comenzar a una menor profundidad. La señal no es suficientemente clara para una atribución determinante; podría tratarse de una estructura muraria de poca entidad o de la instalación de la luz. Parece poco probable que se trate de restos de la Edad de Hierro debido a que se encuentra en cotas relativamente superficiales, y no mantiene una orientación coherente con el edificio. Así, se atribuye preliminarmente a la instalación lumínica.

Enfrente del contrafuerte central del sector sur se detecta, en la misma zona que la anomalía 3 descrita en los niveles superficiales, un reflector perpendicular al muro que es visible a partir de unos 70 cm bajo superficie (anomalía **34**). En la secuencia de mapas de amplitud se puede ver que presenta un ligero buzamiento descendiente hacia el sur, aunque apenas apreciable. Junto a ella se detecta otra anomalía similar (anomalía **35**), cuyas señales se superponen. El análisis en sección no es concluyente debido a que por encima de esta anomalía se encuentra un nivel reflectante que no permite aislar la señal (atribuido a los escombros o a la nivelación). Aunque no es concluyente, esta anomalía podría estar relacionada con alguna canalización para permitir desagüe del edificio.

#### *Terraza superior, patio central (zona 1b)*

En el interior del patio se ha cubierto una extensión de aproximadamente 413 m<sup>2</sup>. Los resultados principalmente zonas reflectantes extensas que se describirán a continuación.

Se ha denominado anomalía **36** a la zona rectangular que refleja la energía georradar y que atraviesa el patio desde la puerta hasta el límite del recinto de la fuente (Figura 11). Se detecta a partir de unos 30-40 cm bajo superficie hasta unos 1.20-1.40 m, aunque esta potencia ha podido ser falsamente aumentada por las reverberaciones de la señal. Aunque en la secuencia de mapas no se observa ningún buzamiento notable, esta anomalía podría estar relacionada con la canalización para desaguar que fue excavado en la campaña de 2006 en el exterior de la puerta.

Anomalías similares se han detectado en los sectores sur y oeste del patio (anomalías **37** y **38** respectivamente). La anomalía 37 se detecta desde unos 30 cm bajo superficie y presenta una potencia menor que la detectada en la entrada, llegando hasta aproximadamente 70-80 cm bajo superficie. Podría corresponder también a una estructura de desagüe pero no se ha podido estudiar su continuación a través de la sala ubicada a continuación, aunque en la fachada sur sí que se halló una cavidad rectangular que podría tener esta función. Así, aunque no se puede descartar que se trate de algún otro tipo de construcción y hasta su verificación arqueológica, se ha atribuido esta anomalía a una canalización para desaguar. En cuanto la anomalía 38, presenta más dudas de atribución. En cotas entre 0.45-0.75 m bajo superficie se detecta una zona contrastada extensa, sin que se identifique una forma definida, que además varía con la profundidad sugiriendo un reflector de grosor irregular (ver secuencia de mapas 4-7). A partir de esta profundidad aproximadamente, se define como una zona rectangular con un ancho de 1.5 m con una orientación perpendicular al muro occidental del Palacio (ver mapas de amplitud -9-11). En el mapa de 1790 se puede ver una estructura muraria que se ubicaría aproximadamente en este punto, aunque hay un desplazamiento de 1m entre los dos. Así, es posible que esta anomalía corresponda a esta estructura, que estuviera parcialmente derrumbada en las cotas más superficiales, aunque la atribución es incierta y deberá ser verificada mediante excavación u otros medios.

En la esquina sureste del patio se detecta una anomalía reflectante extensa a partir de aproximadamente 40 cm bajo superficie y con una potencia vertical de alrededor de 1m (anomalía **39**). Esta zona reflectante continúa al otro lado del muro que separa el patio del ala sur. El análisis en sección muestra una señal de alta intensidad e irregular, compatible con un relleno heterogéneo. En la campaña de 2006 se realizó una cata en este punto en el que se constató la presencia de un relleno de mampuestos, tejas y ladrillos con una potencia de más de 1.50 m (Cata 3; Ramos, 2007). Así, se atribuye esta anomalía a la continuación de este relleno.

En el centro del patio se detecta una zona reflectante con una señal irregular y morfología sin definir (anomalía 40), que se detecta desde niveles superficiales pero se hace más notable a partir de unos 45 cm bajo superficie. Muestra una potencia variable en los distintos puntos, con una cota máxima de unos 90 cm bajo superficie. El análisis en sección muestra una señal compatible con un relleno o una estructura constructiva irregular. La excavación realizada en este punto mostró una base de cimentación que podría servir para albergar una columna o una fuente central, siendo ésta última opción la que se mantiene a día de hoy. Esta anomalía podría corresponder a la continuación de la cimentación, aunque no se descarta que existan otras estructuras en algunos puntos que generen las diferencias de potencia mencionadas.

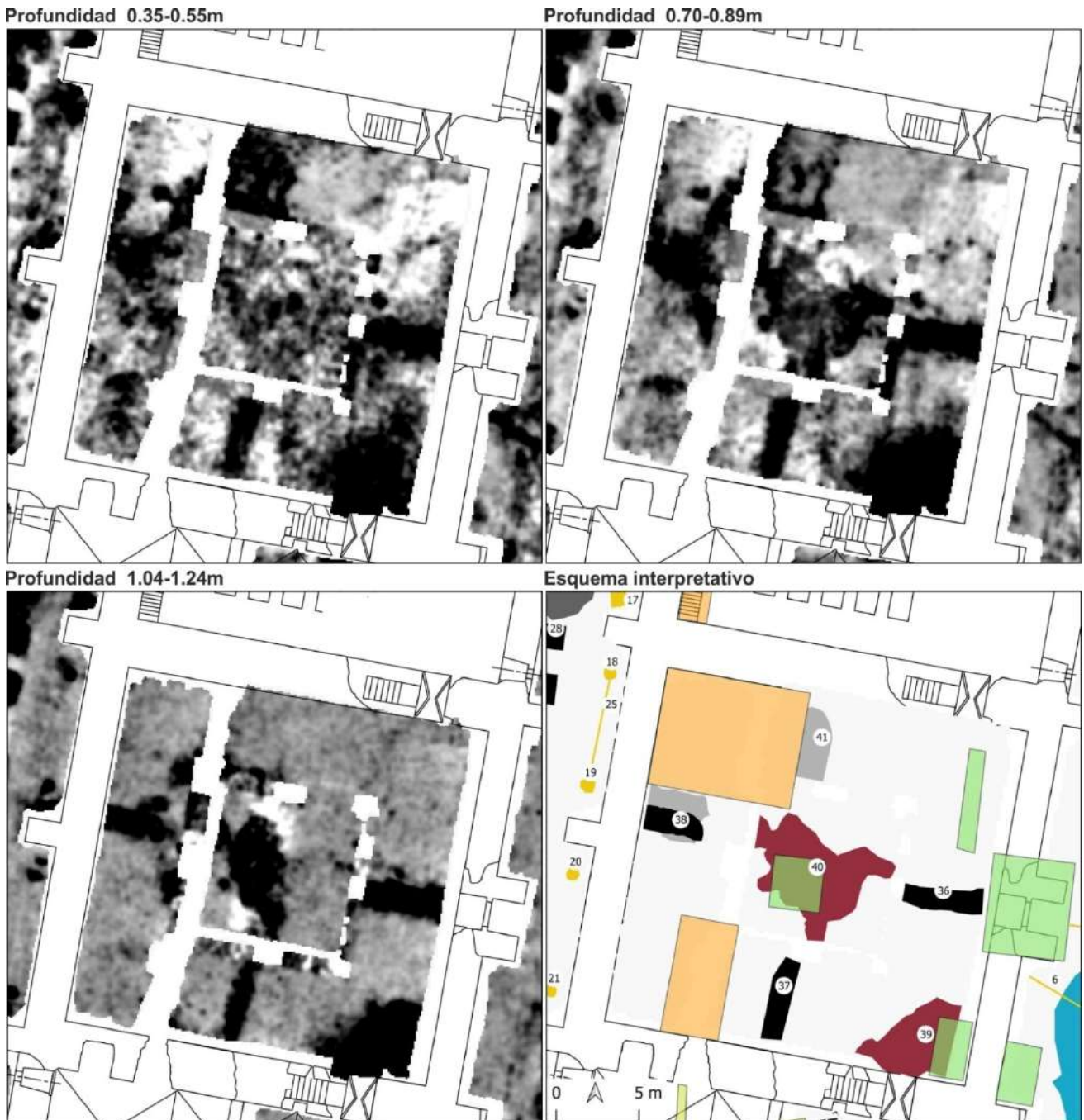


Figura 11: Mapas de amplitud y esquema interpretativo de las anomalías 36-41. Las catas de 2006 y 2008 se han indicado mediante polígonos de color verde o naranja respectivamente. El código de colores para el esquema interpretativo se especifica en la Figura 5.

Respecto a la continuación del enlosado descubierto en las catas de 2008, no se han encontrado evidencias claras que permitan su afirmación. Al superponer el resultado de la excavación y los mapas de amplitud se puede ver cómo hay una zona reflectante que ocupa una pequeña parte contigua a la cata de excavación (anomalía **41**). Pero el análisis en sección no muestra un nivel reflectante claro que pueda atribuirse a un enlosado. Así, los resultados no son concluyentes sobre este punto.

#### *Terraza superior, ala sur (zona 1c)*

Se ha estudiado una pequeña zona del ala sur, en la que una cata realizada en 2010 localizó un muro atribuido a la fase de la Edad de Hierro. En el sondeo efectuado un año más tarde en la sala contigua se localizaron más restos constructivos de esa época, testigos de las primeras fases de ocupación del cerro que alberga el castillo. Aunque se trata de una zona pequeña con un contexto limitado que dificulta la interpretación, los resultados muestran algunas anomalías de interés.

Se trata de un conjunto de anomalías lineales que se detectan en únicamente tres cortes de la secuencia detallada, entre 0.50-0.90 m bajo superficie aproximadamente (conjunto **42**). Como se puede ver en la Figura 12 la orientación de estas anomalías es coherente con la de los muros localizados en las dos campañas de excavación. En el informe de excavación de 2010 se detalla que del muro detectado se encuentra a una cota de -1.30 m, y que solamente se conservan 0.28 m de alzado en dos hiladas (Ramos, 2010). La profundidad a la que se han detectado no coincide (a no ser que la cota de referencia no corresponda a la superficie) pero el resto parece ser coherente con lo que se esperaría para la continuación de estas estructuras. Aún así la señal es muy tenue y cabe mantener una duda sobre si se trata de estructuras murarias.

La anomalía **43** detectada inmediatamente al sur corresponde a una zona reflectante, sin morfología clara, que se detecta desde niveles superficiales hasta una profundidad de aproximadamente 0.60 m bajo superficie. Podría ser una acumulación de escombros como la anomalía 39 detectada al norte del muro que las separa, pero en este caso la potencia vertical es notablemente inferior. El análisis en sección es compatible con la señal que generaría un relleno o una estructura constructiva, pero el hecho de que no presente una forma clara parece descartar que se trate de una estructura muraria bien conservada. Así, se atribuye a un derrumbe o relleno, aunque no se puede confirmar sin verificación.

En cuanto a la anomalía **44** detectada al sur de esta sala, es visible como una zona reflectante en los mapas correspondientes a los cortes 5-8 (0.46-1.01 m de profundidad). Pero el análisis en sección de los perfiles individuales muestra una alta variabilidad en la intensidad de la señal, así como en la potencia vertical que presenta, entre los diferentes perfiles que la atraviesan. El hecho de que se encuentre en el límite de la zona explorada, con una mayor probabilidad de artefactos debidos al proceso de datos, y a que no muestra unas características coherentes en toda su extensión, no permiten una atribución clara.



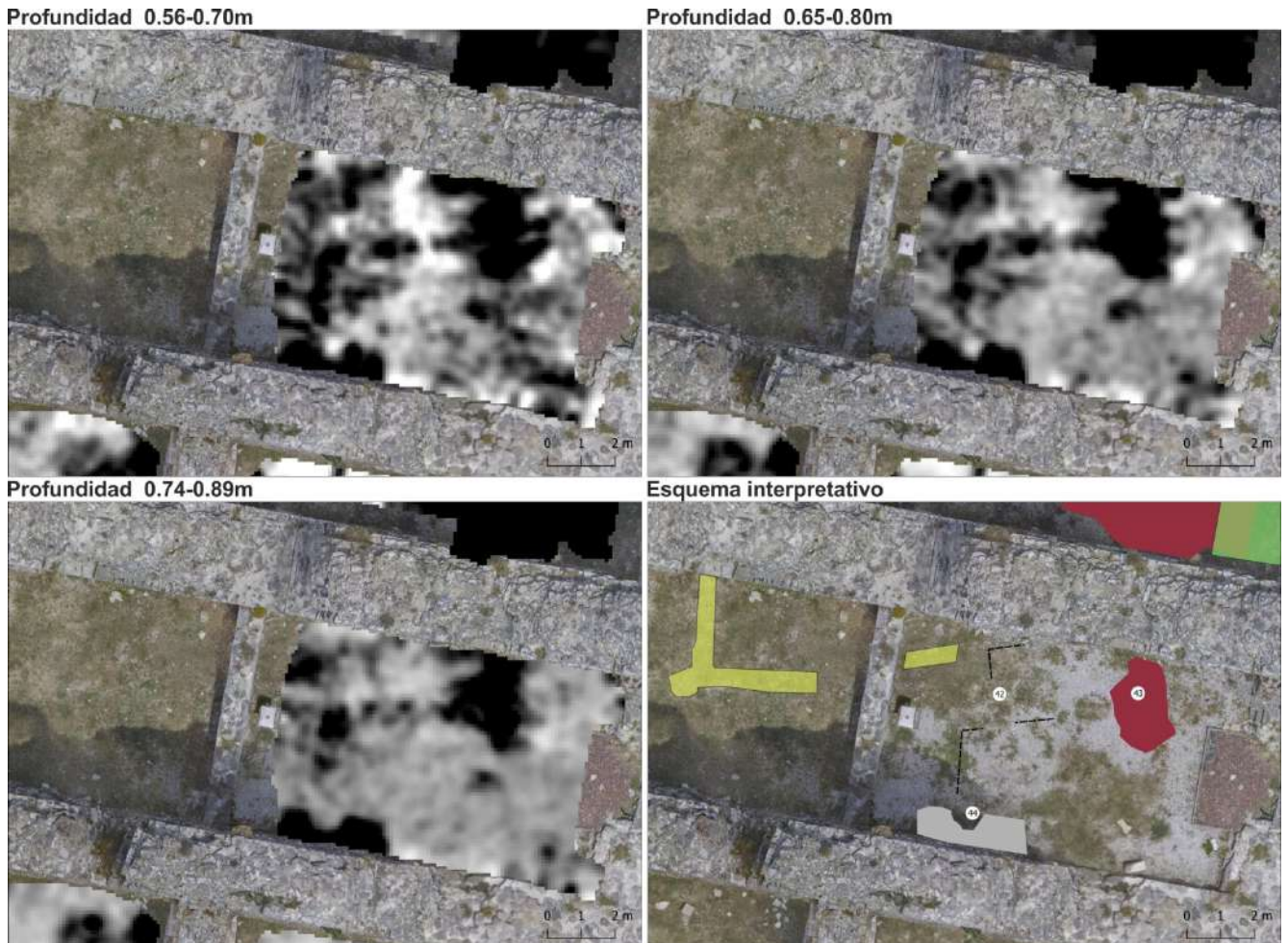


Figura 12: Mapas de amplitud y esquema interpretativo de las anomalías 42-44 sobre ortofoto (Adrian Cerezo). Los muros de la Edad de Hierro excavados en las campañas de 2010 y 2011 se han indicado mediante polígonos de color amarillo. El código de colores para el esquema interpretativo se especifica en la Figura 5.

### Terraza inferior (zona 2)

En esta zona la prospección georradar no ha permitido identificar relevantes. Se han detectado algunas anomalías lineales en los niveles superficiales que se atribuyen preliminarmente a los límites del huerto que se trabajó en el sector suroccidental (grupo 45, Figura 13).

Aunque las condiciones del terreno en el momento de la adquisición eran menos favorables debido a la capa de vegetación que no había sido retirada tras el desbrozado, la intensidad a la que se detectan las estructuras de la terraza superior sugiere que, de haber estructuras similares, éstas deberían ser visibles en los mapas generados. En la documentación se menciona que esta zona se había destinado a jardines y huertas, sin que haya constancia de la existencia de construcciones. Así, aunque la falta de contraste geofísico no es suficiente razón para descartar la existencia de restos de interés, los datos parecen descartar la presencia de restos constructivos de gran entidad.

En cuanto al rastreo magnético realizado en esta zona se han detectado algunas compatibles con combustiones o combustiones dudosas (ver tabla 7). El área ocupada por estas anomalías atribuidas a combustiones no ha excedido 1 m de diámetro, lo que se ha considerado escaso para la señal que podría generar un horno para la producción de baldosas. Así, no se ha localizado ninguna anomalía claramente

atribuible a una estructura de horno. Por otra parte, en el sector norte se ha detectado una zona de contraste positivo de la que se han marcado los dos puntos más intensos (P1 y P2). Aunque el carecer de una imagen no permite una atribución, esta información sugiere que en esta zona podría haber una acumulación mayor de sedimentos superficiales o con mayor porcentaje de ceniza o algún otro material de alta susceptibilidad magnética.

Nombre	Clasificación	NOTAS	ETRS89 UTM-30N		
			y (m)	x (m)	z (m)
C1	Combustión	1m ancho	4728073.97	611537.493	547.817
C2	Combustión	1m, 100nT	4728065.48	611622.575	550.026
C3	Combustión	1m, 100nT	4728006.37	611584.446	555.231
CD1	Combustión dudosa		4728010.49	611550.876	552.619
CD2	Combustión dudosa		4728016.55	611528.521	548.257
CD3	Combustión dudosa	Solamente se detecta la parte negativa de una anomalía. Debido a las zarzas no se puede explorar hacia el sur, por lo que no se puede comprobar la posición del polo positivo	4728021.92	611518.691	546.393
CD4	Combustión dudosa		4728036.89	611529.031	546.976
CD5	Combustión dudosa		4728039.26	611619.714	551.335
M1	Metal		4728056.35	611534.582	547.362
M2	Metal		4728043.71	611615.335	551.694
M3	Metal	Varios focos	4728020.12	611604.137	553.513
M4	Metal	70nT/-15nT	4728015.73	611597.409	554.552
P1	Positivo	3m diámetro, 18nT	4728107.16	611601.943	547.027
P2	Positivo	3m diámetro, 15nT	4728104.7	611606.238	547.089

Tabla 7: Resultados del rastreo magnético en la zona 2.

### Ermita (zona 3)

Los resultados de esta zona muestran la ubicación de la ermita de Santa Catalina (grupo **46a**, Figura 13) aunque no se detecta todo el perímetro de forma clara sino únicamente algunos tramos. Los datos sugieren que los restos de los muros de la ermita se encuentran aproximadamente a partir de 0.45 m de profundidad. Al norte de la ermita se detectan algunas alineaciones que mantienen la misma orientación (grupo **46b**, Figura 13). Aunque la señal sea tenue no parece que sean fruto de un artefacto del proceso, por lo que es posible que haya alguna estructura asociada a la ermita que no se conocía.

La brusca elevación que se encuentra inmediatamente al norte no presenta una señal particularmente intensa, lo que apunta a una composición homogénea y no a una acumulación de escombros. Se detecta, en cambio, una anomalía lineal altamente reflectante que podría corresponder a una estructura constructiva o a un relleno (anomalía **47**). Ésta discurre a una orientación similar a la de la carretera, y es posible que se corresponda con la aportación realizada para alzar el nivel de la misma.



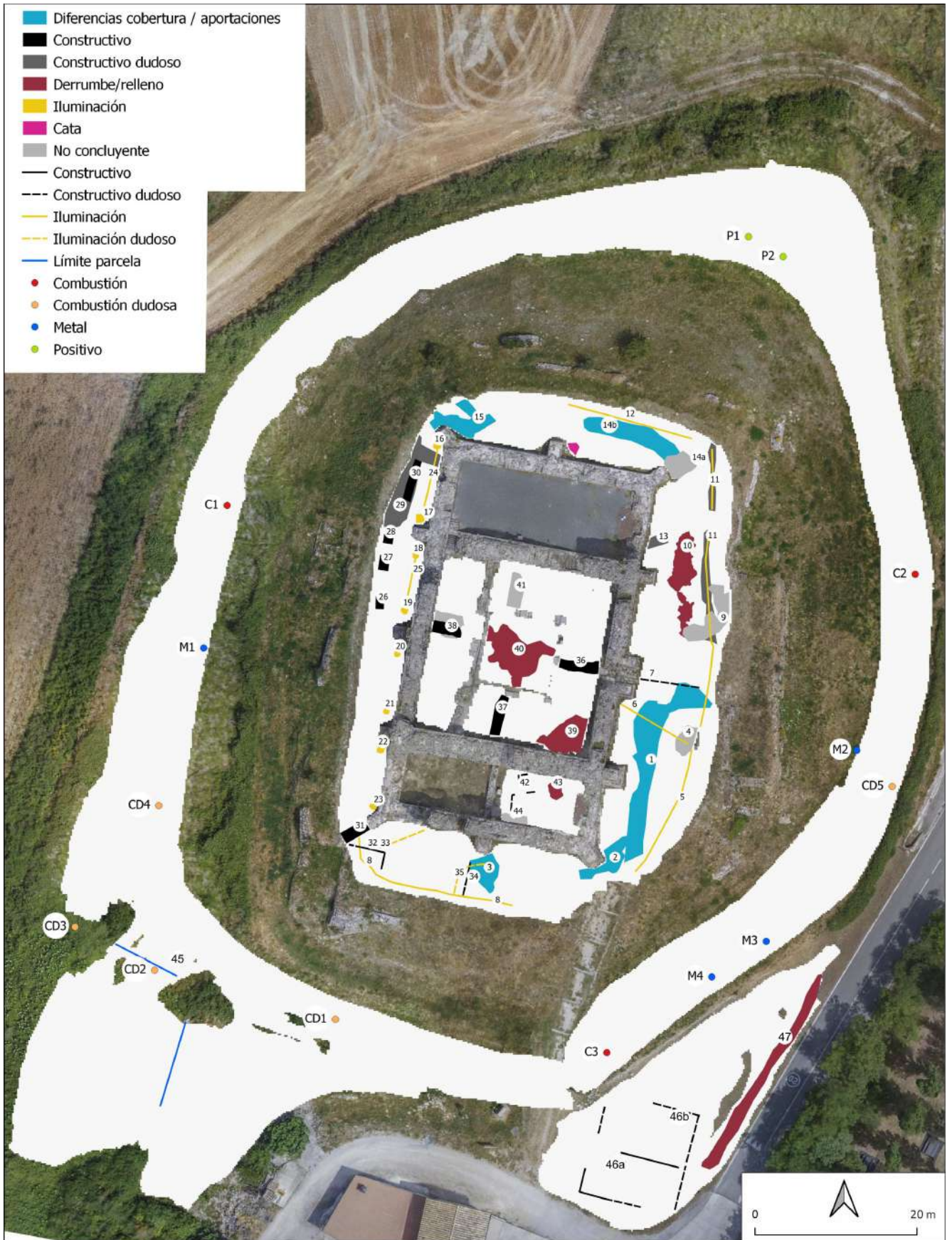


Figura 13: Síntesis interpretativa de toda el área de intervención.

## 5. CONCLUSIONES

Los resultados de la intervención efectuada han permitido obtener información arqueológica de relevancia que podrá ser utilizada para la planificación de las futuras intervenciones en el Castillo de Tiebas. Tal y como se ha apuntado a lo largo del texto, la mayor parte de las estructuras de interés se encuentran en la terraza superior, en el entorno del edificio principal. Muchas de ellas se detectan en niveles superficiales y se han atribuido a diferencias de cobertura o a aportaciones relacionadas con los trabajos de restauración o de instalación de las farolas (grupos 1-4, anomalías 9, 14, 15). También se han detectado algunas con mayor potencia vertical que podrían estar relacionadas con niveles de derrumbes, escombros o rellenos irregulares (Anomalías 10, 39 y 42). Por otra parte, la instalación de la iluminación ha generado numerosas anomalías, ya sea por la conducción del cableado o por los focos (5-8, 11-12, 16-23, 32 y 35). En algunos casos estas anomalías se han superpuesto a otras que se han atribuido a posibles restos constructivos, generando cierta dificultad para su diferenciación (anomalías 33 y 34 principalmente). Todo este conjunto de anomalías constata que esta zona cuenta con una gran complejidad en la estratigrafía, lo que ya se conocía gracias a las intervenciones anteriores.

Aún así los datos han permitido obtener información de interés, en especial en el sector oeste de la terraza superior y en el patio central, donde se detectan numerosas anomalías atribuidas a restos constructivos. En el sector oeste se ha detectado lo que se interpreta como un tramo de la muralla occidental (anomalías 29 y 30). Los datos no muestran ninguna continuación hacia el norte, lo que coincide con el mapa de 1790 aunque se desconoce qué función podría tener una interrupción en este punto (Figura 14). Por otra parte, se detecta un conjunto de tres anomalías rectangulares bien definidas que se han atribuido a restos constructivos o a espacios rellenos de material reflectante, que no tienen conexión entre sí y a los que no se les ha podido atribuir una función (anomalías 26, 27 y 28). Éstas se encuentran alineadas con los tres contrafuertes del edificio excavado entre las dos terrazas y atribuido preliminarmente a las letrinas, por lo que podrían tener una función asociada al mismo.

En el sector sur de la terraza se ha detectado una anomalía de carácter constructivo que parece dar continuación al contrafuerte suroccidental (anomalía 31). También se ha detectado el ángulo nororiental de la barbacana, que coincide con lo que se muestra en el mapa de 1970 (anomalía 33). La señal que ha generado es relativamente tenue en comparación con la que generan las anomalías mencionadas en el párrafo anterior, por lo que cabe esperar una estructura de menor entidad. En este punto ha habido ciertas dudas de si podría haber un ámbito rectangular, pero al final se ha descartado y se ha atribuido a un efecto óptico generado por la superposición de la anomalía 33 y las generadas por la instalación lumínica (anomalías 8 y 32). Algo similar ocurre enfrente del contrafuerte central, donde la superposición de las anomalías 34 y 35 genera dificultades de interpretación.

Ya en el interior del patio las estructuras más interesantes son las anomalías 36, 37 y 38, que podrían estar relacionadas con las canalizaciones para desaguar, o bien con el sistema de alimentación de la fuente central. La anomalía 38 coincide aproximadamente con uno de los muros dibujados en el mapa de 1790, por lo que podría estar relacionada con el mismo. En cuanto a la ubicación de la fuente, los resultados muestran una zona altamente reflectante pero irregular en el centro del patio (anomalía 40). Las excavaciones mostraron lo que se interpretó como un gran bloque de cimientos para asentar una columna, aunque interpretaciones posteriores apuntan a que se trata de los cimientos para asentar la fuente que habría en el centro. Esta anomalía se atribuye a la continuación de esta cimentación pero, en caso de que se confirme que se trata de una fuente, también cabría esperar la continuidad de las canalizaciones.



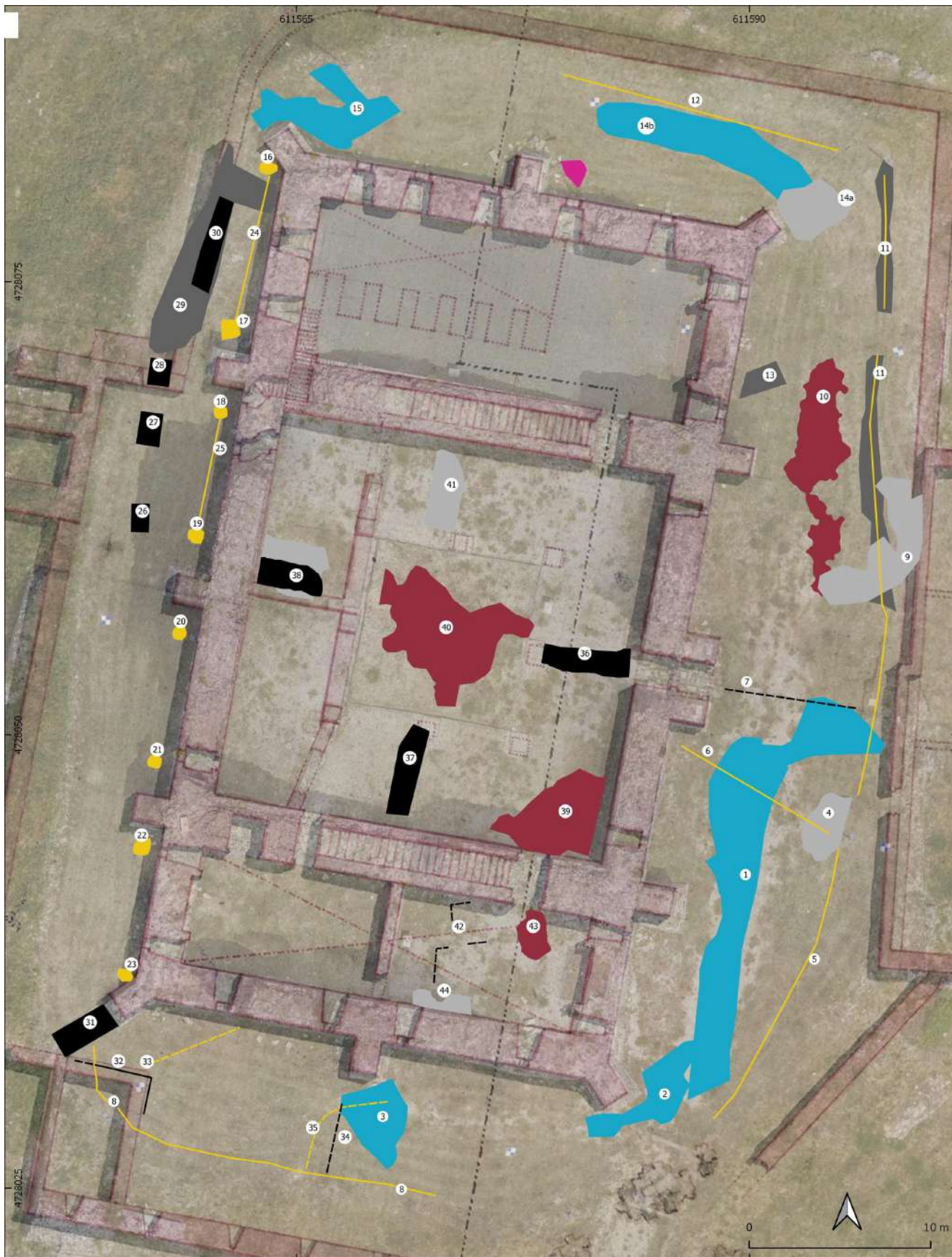


Figura 14: Síntesis interpretativa de la terraza superior sobre el mapa de 1790 georreferenciado.

Respecto a la continuación del enlosado descubierto en las catas de 2008, los resultados no permiten afirmar su continuación. Aunque se ha apuntado una zona reflectante que podría indicar la continuación hacia el este de la cata realizada, el análisis en sección no muestra un nivel reflectante claro que pueda atribuirse a un enlosado. De todas formas, dada la complejidad de estratigrafía, no se puede descartar que el enlosado no se haya identificado.

En cuanto las estructuras asociadas a la fase de ocupación de la Edad de Hierro, los resultados sugieren la continuación de los muros detectados en el ala sur del palacio. Se detectan de forma tenue y a una profundidad menor que la apuntada en la excavación, pero con una orientación coherente que apoya la atribución. En el resto de la terraza no se identifican estructuras que puedan ser asociadas a esta fase, aunque es posible que las que pueda haber no hayan producido una señal que permita su identificación.

Fuera de la terraza superior los resultados georradar no han mostrado anomalías a las que se les haya atribuido interés arqueológico. En cuanto los resultados magnéticos, aunque se han localizado algunos puntos que pueden presentar restos de combustión, no se ha identificado ninguno que pueda ser atribuido a un horno.

### **5.1. Calidad y representatividad de los datos.**

Como ya se ha comentado las anomalías de interés se ciñen a la terraza superior, no habiéndose detectado apenas reflexiones en la segunda terraza. Teniendo en cuenta que la información histórica indica que se trataba de una zona destinada a jardines y huertos, es posible que no haya ninguna construcción que haya perdurado. Las condiciones del terreno eran peores debido a que parte de la hierba desbrozada no se había retirado, y esto puede limitar la entrada la señal al terreno. Así, no se puede descartar que la efectividad del sistema empleado haya sido menor en esta terraza, pero los datos sí que permiten apuntar que no hay restos constructivos masivos en la misma.

El posicionamiento se ha llevado a cabo mediante la combinación de un sistema de medida local (odómetro) incorporado al sistema de georradar y las lecturas simultáneas de un sistema GPS RTK. En el área 1c ubicada en el interior del ala sur del Palacio la cobertura GPS no ha sido buena y ha generado un desplazamiento de los perfiles hacia el norte. El hecho de que se trate de una zona pequeña que se cubrió rápidamente no ha generado un desplazamiento coherente de los perfiles, lo que se ha podido corregir manualmente ajustando el área de prospección al espacio disponible visible en los mapas de fondo. En el resto de áreas se ha obtenido una buena calidad, sin errores apreciables en el posicionamiento de los datos.

En la terraza superior y en la zona 3 se ha obtenido una profundidad de investigación de aproximadamente 1.30-1.50 m, aunque no en todos los puntos se han detectado estructuras a esta profundidad. En la terraza inferior no se ha obtenido apenas reflexiones, por lo que la profundidad de investigación es difícil de determinar.

### **5.2. Zonas de validación arqueológica.**

Los resultados han mostrado numerosas zonas de interés para su verificación arqueológica, algunas de las cuales se recogen a continuación.

En la zona occidental, la continuación o no de la muralla podría aportar luz sobre el sistema de defensa del Castillo. Asimismo, los resultados del georradar no han permitido asociar las anomalías 26-28 con ninguna función específica, aunque parece que se trata de restos constructivos.

En el sector sur, la excavación del ángulo noreste de la barbacana permitiría comparar su fábrica a la del resto de muros ya excavados. Asimismo, la verificación de las anomalías 31 o 34 podría esclarecer su naturaleza y función.

En el interior del patio las anomalías 36-38 podrían arrojar luz sobre el sistema de abastecimiento de la fuente, o del sistema de desagüe en su caso. En cuanto al ala sur, la continuación de la cata realizada en 2010 permitiría confirmar la atribución del grupo 42 a la primera fase de ocupación.

La comprobación arqueológica de algunas de estas anomalías permitiría a su vez obtener una información más detallada sobre la profundidad a la que se encuentran los restos, pudiéndose ajustar la velocidad de propagación utilizada para el cálculo de profundidades. Aunque los datos magnéticos no han sido concluyentes, en caso de que se quiera optar por realizar alguna cata en la terraza inferior se podrían utilizar para ubicarla, y así verificar el origen de la alteración magnética detectada, lo que permitiría a su vez extrapolar esta información al resto de puntos similares.

En resumen, el resultado de la intervención geofísica ha completado la información que se conocía gracias a las fuentes históricas y a las campañas de excavación. Esta nueva información servirá para planificar futuras intervenciones que permitan avanzar en el conocimiento de las diferentes estructuras que formaron el Castillo.

Ekhine Garcia-Garcia

En Amaiur, a 14 de junio de 2023.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

Annan, A. P., Jol, H. M., ed., (2009), *Ground Penetrating Radar: Theory and Applications*, Oxford: ElsevierScience, chapter Electromagnetic Principles of ground Penetrating Radar, pp. 3-40.

Castiella, A. (1998), Informe sobre los trabajos arqueológicos realizados en el Castillo de Tiebas (Navarra). *Trabajos de arqueología Navarra*,13, pp. 247-286.

Conyers, L. (2012), *Interpreting Ground-penetrating Radar for Archaeology*, Walnut Creek, CA: Left Coast Press.

Conyers, L. (2013), *Ground-Penetrating Radar for Archaeology*, Third edition, Vol. 4, Plymouth: AltaMira Press.

English Heritage (2008), *Geophysical Survey in Archaeological Field Evaluation*. 2nd Edition, Swindon: English Heritage.

Goodman, D. & Piro, S. (2013), *GPR Remote Sensing in Archaeology*, Vol. 9, New York: Springer Science.

Ramos Aguirre, M. (2001), *Excavaciones en el castillo de Tiebas (Navarra)*, primer informe provisional (1998). *Trabajos de arqueología Navarra*,15, pp. 167-214.

Ramos Aguirre, M. (2007), Informe final de la campaña de 2006 en el Castillo de Tiebas. Memoria de intervención inédita.

Ramos Aguirre, M. (2008), Informe final de la campaña de 2006 en el Castillo de Tiebas. Memoria de intervención inédita.

Ramos Aguirre, M. (2009), Informe final de la campaña de 2006 en el Castillo de Tiebas. Memoria de intervención inédita.

Ramos Aguirre, M. (2010), Informe final de la campaña de 2006 en el Castillo de Tiebas. Memoria de intervención inédita.

Sala, R.; Garcia-Garcia, E. & Tamba, R. (2012), *Archaeology, New Approaches in Theory and Techniques*, InTech, chapter Archaeological Geophysics - From Basics to New Perspectives, pp. 133-166.

Sala, R.; Tamba, R. & Garcia-Garcia, E. (2016), 'Application of Geophysical Methods to Cultural Heritage', *Elements* 12(1), 19-25.

Schmidt, A. *Antiquity*, A. D. S. & D., ed. (2013), *Geophysical Data in Archaeology: A Guide to Good Practice* 2nd, fully revised print edition, Oxford: Oxbow Books.

Schmidt, A.; Linford, P.; Linford, N.; David, A.; Gaffney, C.; Sarris, A. & Fassbinder, J. (2016), *EAC Guidelines for the Use of Geophysics in Archaeology: Questions to Ask and Points to Consider*, Numar: Europae Archaeologiae Consilium.



## **PROSPECCIÓN GEOFÍSICA EN EL CASTILLO DE TIEBAS.**

Anexo gráfico a la memoria de intervención

Ekhine Garcia-Garcia  
Roger Sala Bartrolí  
Helena Ortoz-Quintana



**Extensiones**

Área 1a: 1217.46 m<sup>2</sup>

Área 1b: 413.62 m<sup>2</sup>

Área 1c: 69.39 m<sup>2</sup>

Área 2: 3315.42 m<sup>2</sup>

Área 3: 515.47 m<sup>2</sup>











# PROSPECCIÓN GEOFÍSICA EN EL CASTILLO DE TIEBAS.

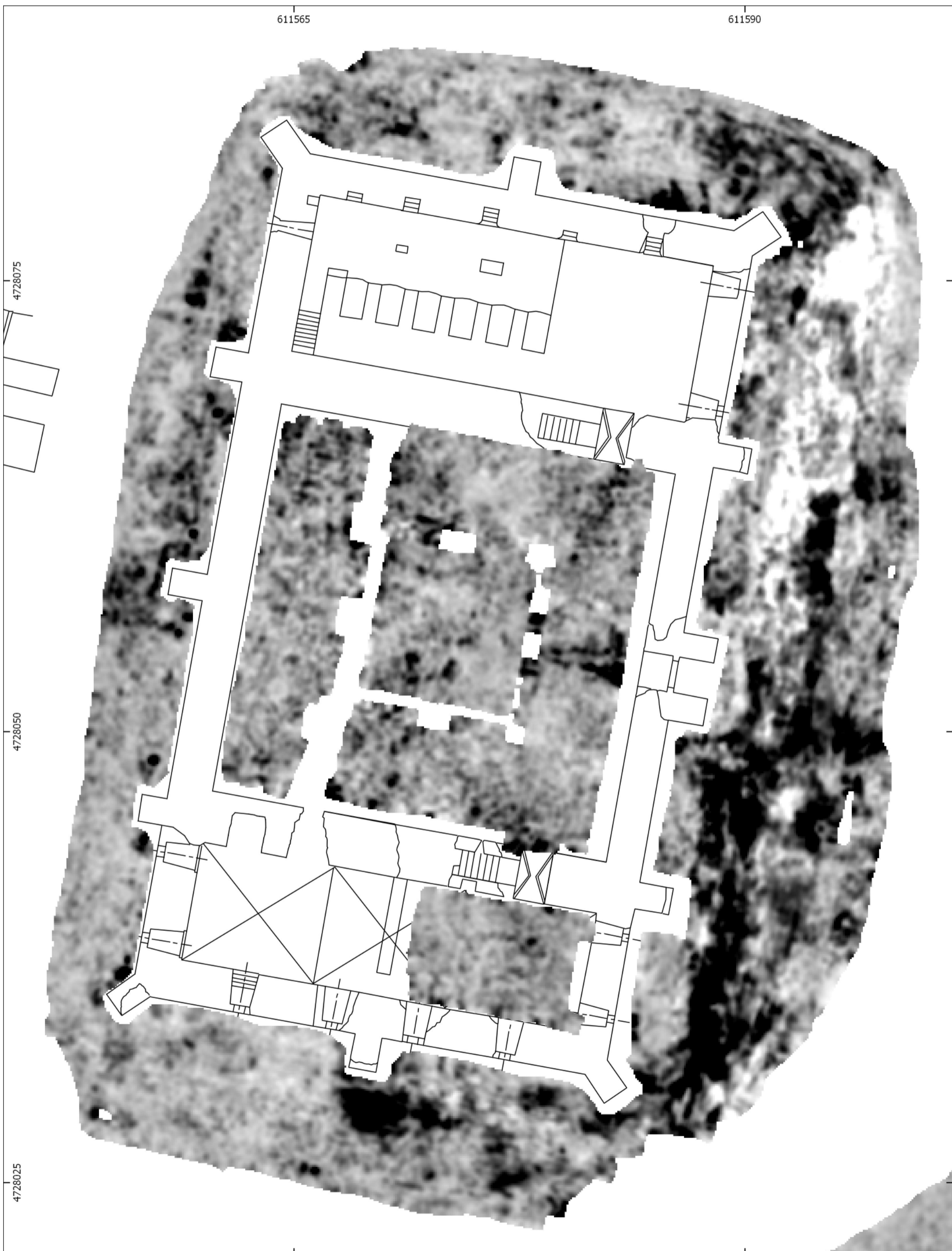
Resultados georradar. Terraza superior.

Mapa de amplitud 1. 0-0.20m bajo superficie.

IDS SOT Custom, 600MHz. Secuencia general (corrección de tiempo cero).

ETRS89 30N  
EPSG 25830  
ESCALA A3: 1:190  
FONDO PLANO PALACIO

03







# PROSPECCIÓN GEOFÍSICA EN EL CASTILLO DE TIEBAS.

Resultados georradar. Terraza superior.

Mapa de amplitud 2. **0.12-0.31m** bajo superficie.

IDS SOT Custom, 600MHz. Secuencia general (corrección de tiempo cero).

ETRS89 30N  
EPSG 25830  
ESCALA A3: 1:190  
FONDO PLANO PALACIO

04



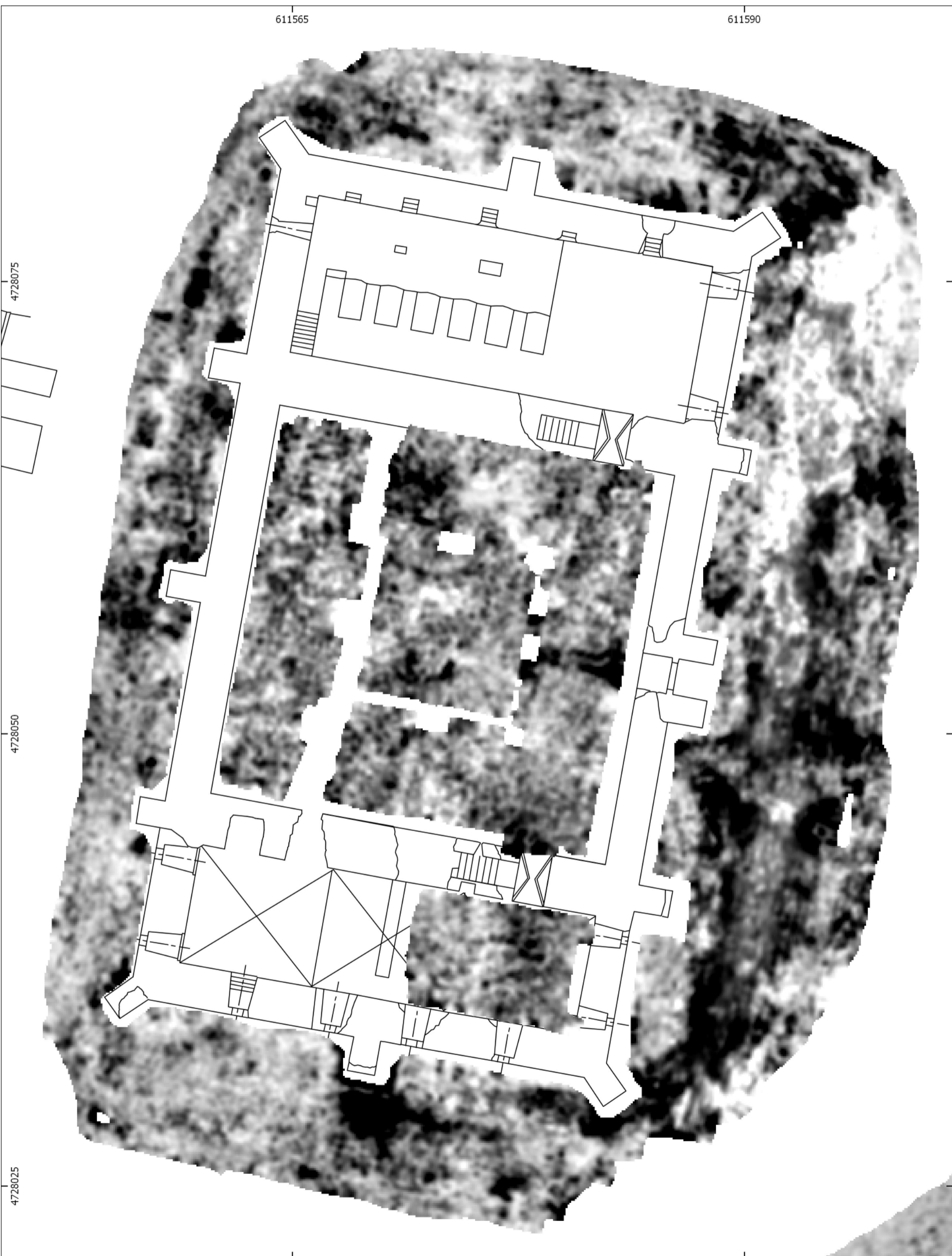
611565

611590

4728075

4728050

4728025







# PROSPECCIÓN GEOFÍSICA EN EL CASTILLO DE TIEBAS.

Resultados georradar. Terraza superior.

Mapa de amplitud 3. 0.23-0.43m bajo superficie.

IDS SOT Custom, 600MHz. Secuencia general (corrección de tiempo cero).

ETRS89 30N  
EPSG 25830  
ESCALA A3: 1:190  
FONDO PLANO PALACIO

05



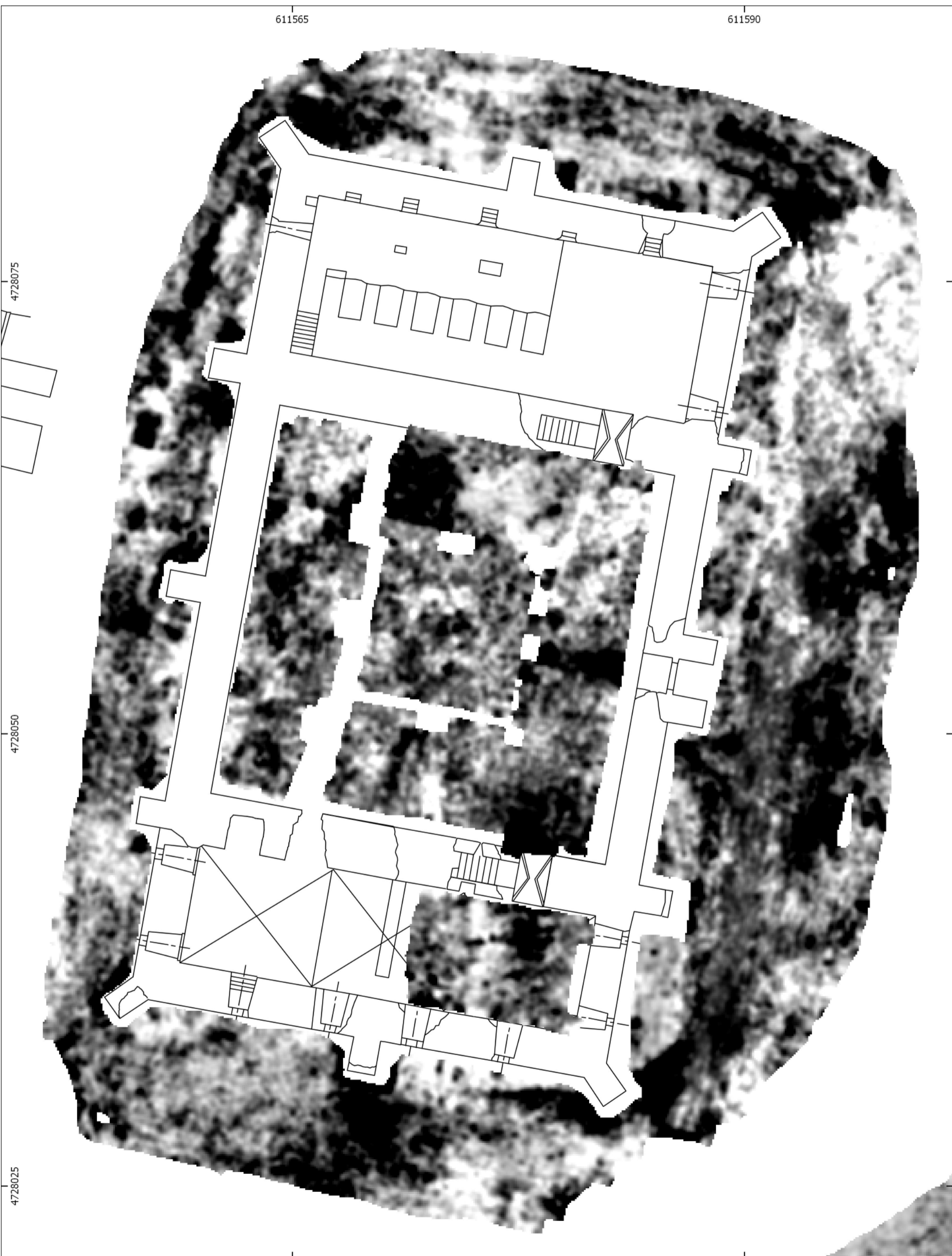
611565

611590

4728075

4728050

4728025







# PROSPECCIÓN GEOFÍSICA EN EL CASTILLO DE TIEBAS.

Resultados georradar. Terraza superior.

Mapa de amplitud 4. 0.35-0.55m bajo superficie.

IDS SOT Custom, 600MHz. Secuencia general (corrección de tiempo cero).

ETRS89 30N  
EPSG 25830  
ESCALA A3: 1:190  
FONDO PLANO PALACIO

06



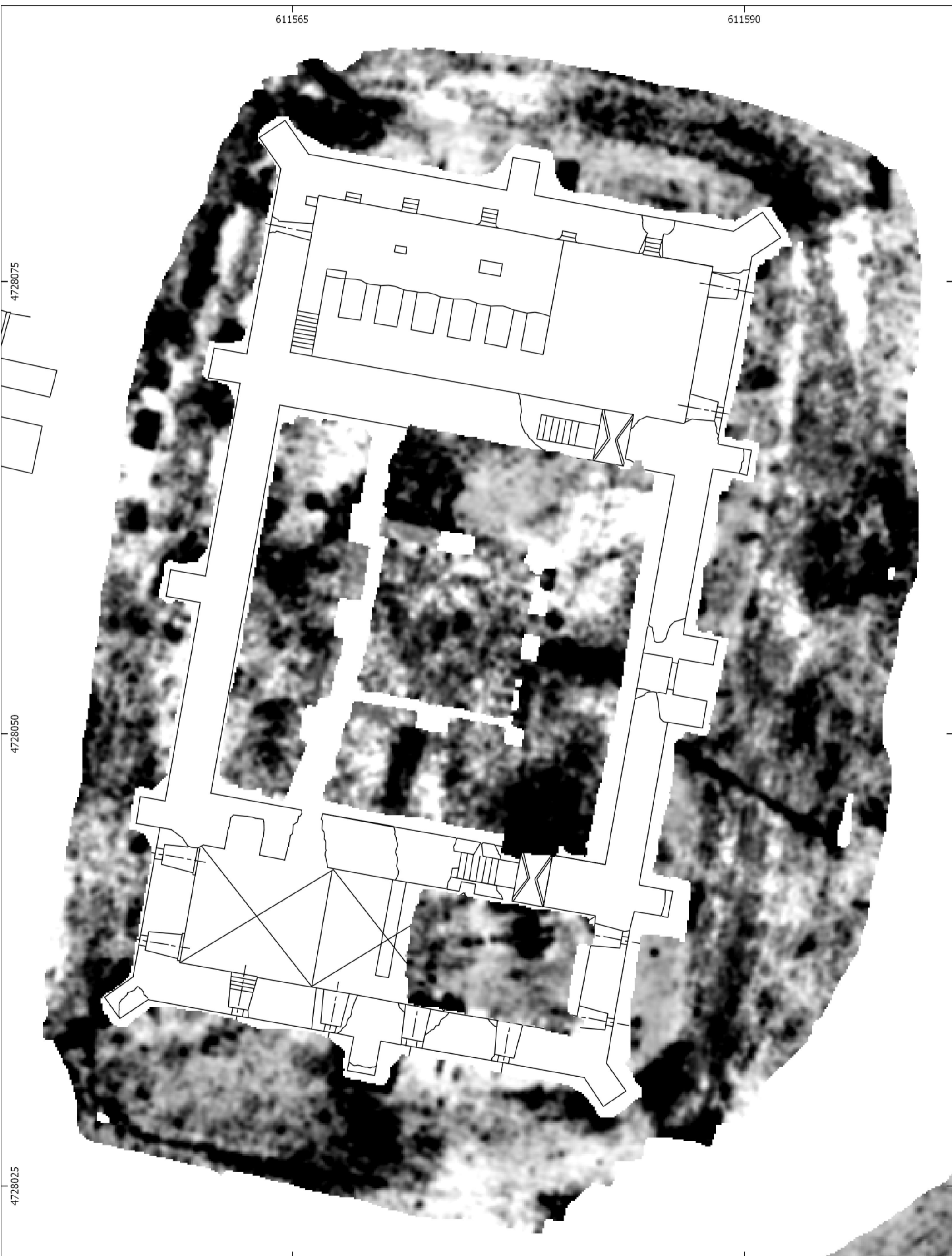
611565

611590

4728075

4728050

4728025







# PROSPECCIÓN GEOFÍSICA EN EL CASTILLO DE TIEBAS.

Resultados georradar. Terraza superior.

Mapa de amplitud 5. **0.46-0.66m** bajo superficie.

IDS SOT Custom, 600MHz. Secuencia general (corrección de tiempo cero).

ETRS89 30N  
EPSG 25830  
ESCALA A3: 1:190  
FONDO PLANO PALACIO

07



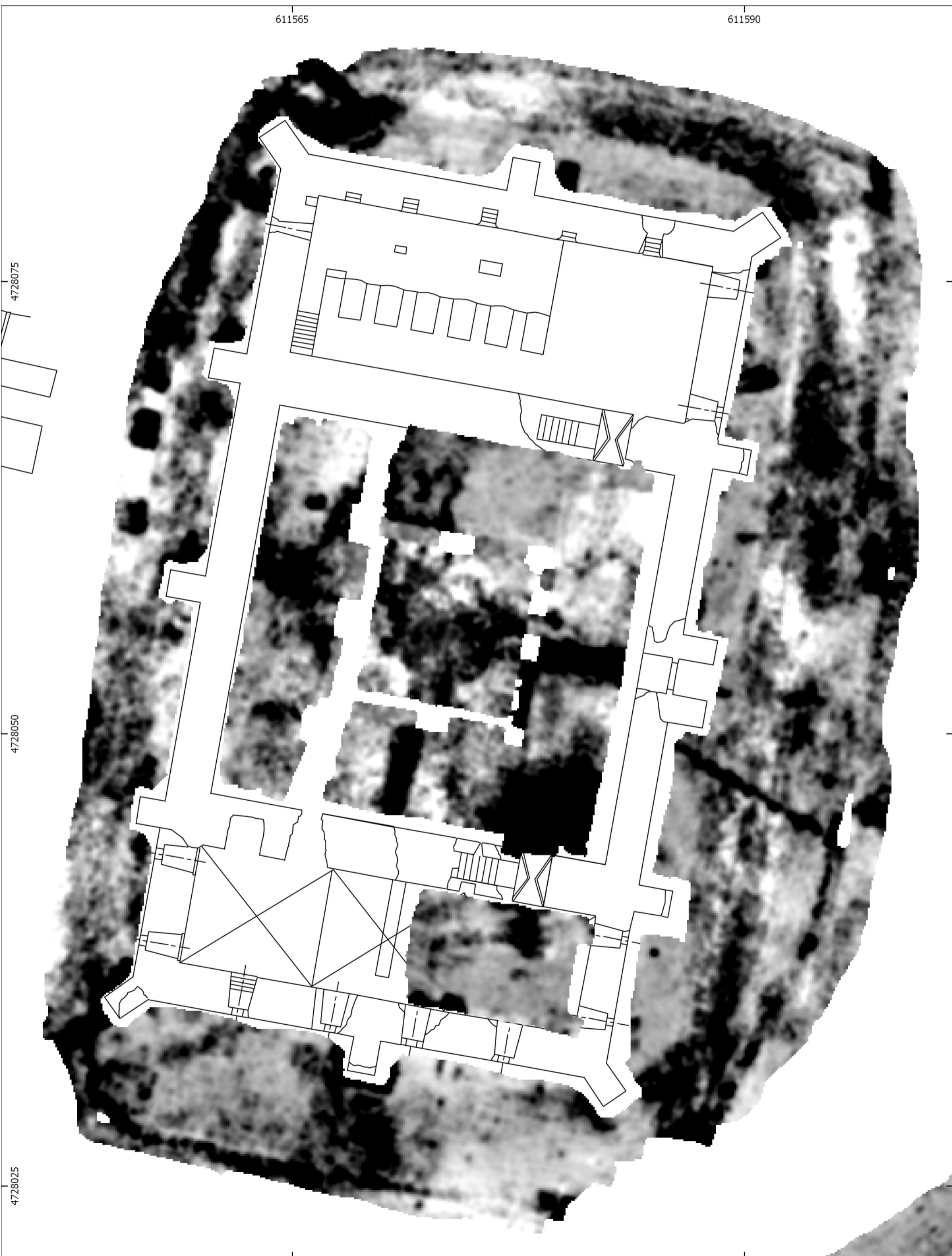
611565

611590

4728075

4728050

4728025







# PROSPECCIÓN GEOFÍSICA EN EL CASTILLO DE TIEBAS.

Resultados georradar. Terraza superior.

Mapa de amplitud 6. **0.58-0.78m** bajo superficie.

IDS SOT Custom, 600MHz. Secuencia general.

ETRS89 30N  
EPSG 25830  
ESCALA A3: 1:190  
FONDO PLANO PALACIO

08



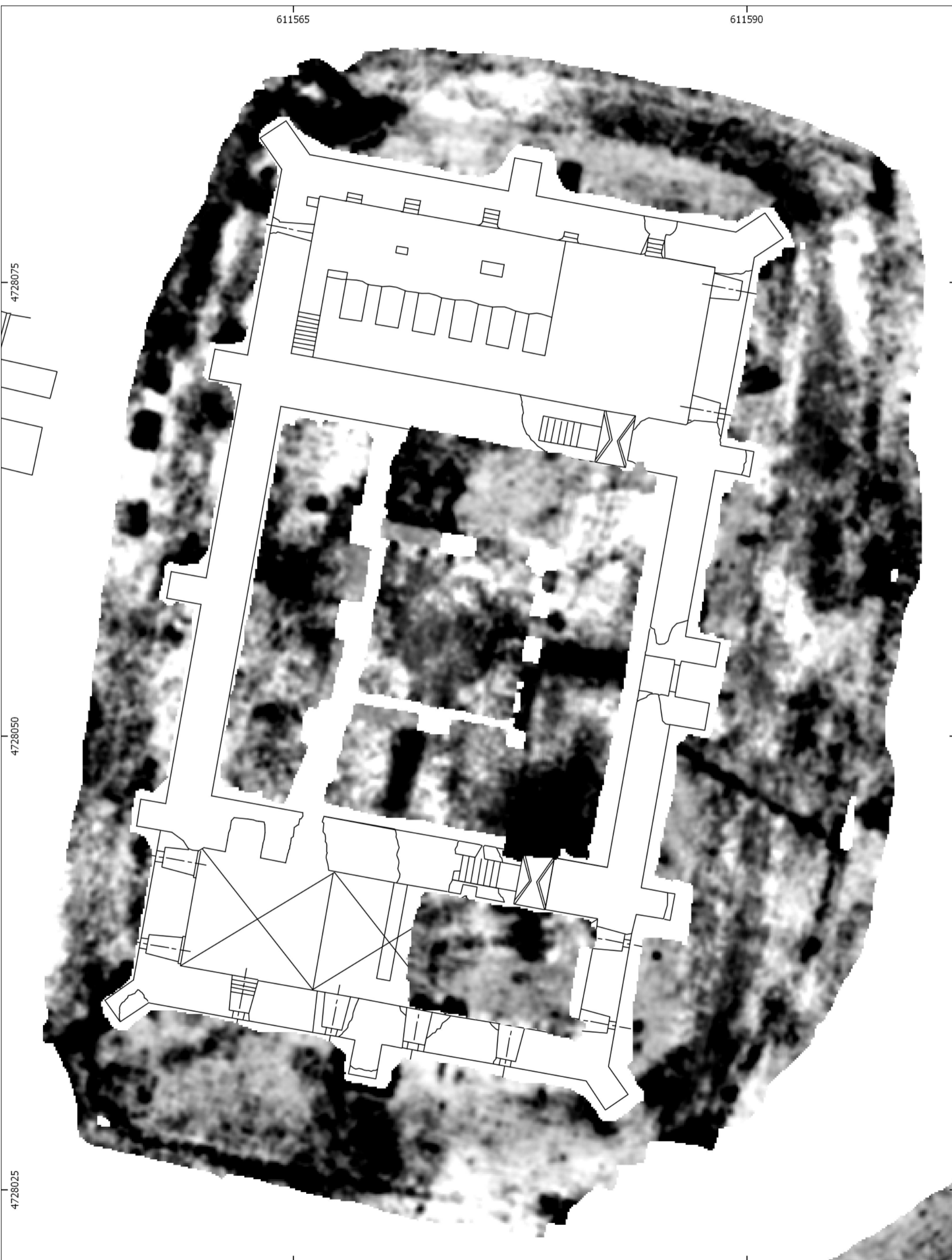
611565

611590

4728075

4728050

4728025







# PROSPECCIÓN GEOFÍSICA EN EL CASTILLO DE TIEBAS.

Resultados georradar. Terraza superior.

Mapa de amplitud 7. 0.70-0.89m bajo superficie.

IDS SOT Custom, 600MHz. Secuencia general.

ETRS89 30N  
EPSG 25830  
ESCALA A3: 1:190  
FONDO PLANO PALACIO

09



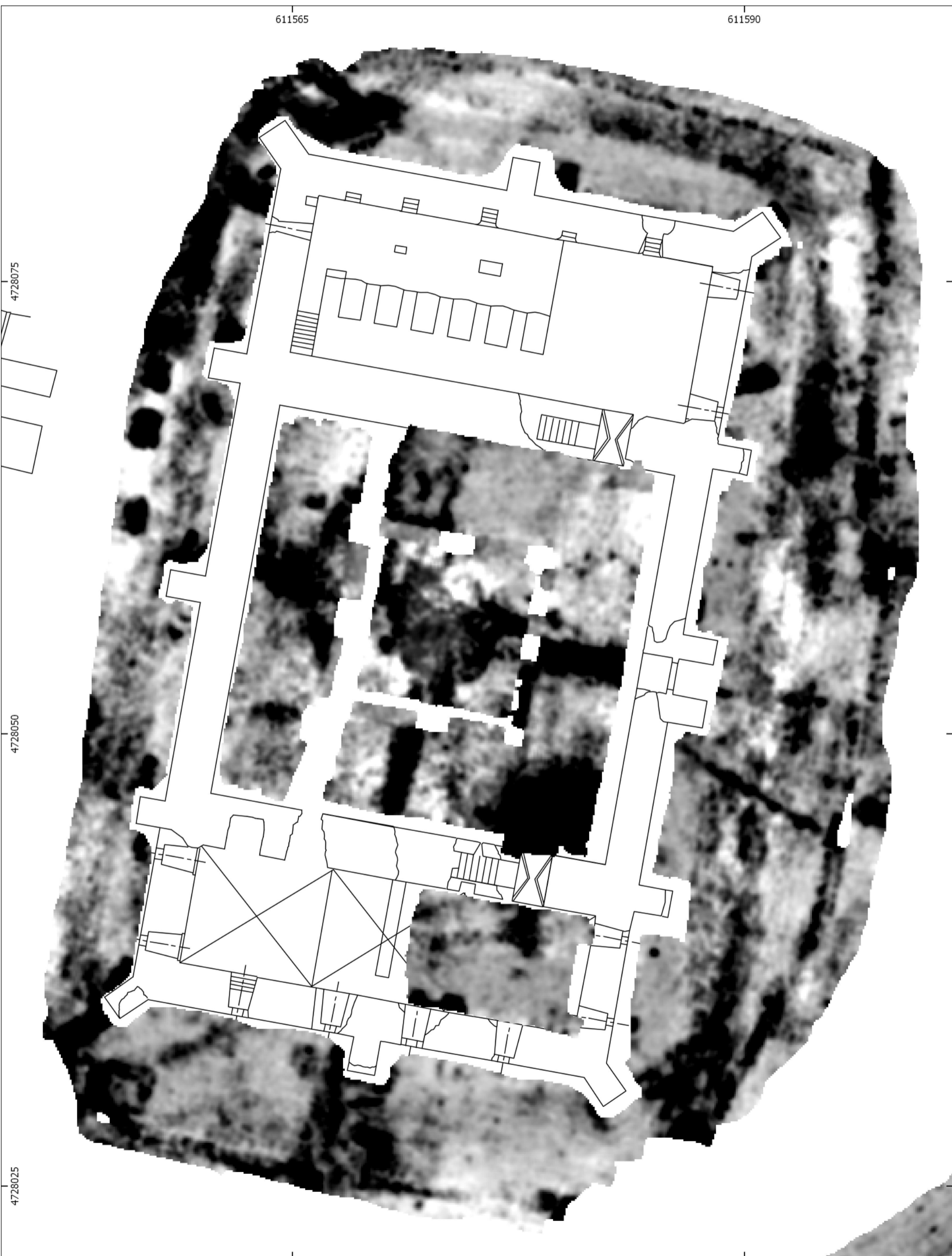
611565

611590

4728075

4728050

4728025







# PROSPECCIÓN GEOFÍSICA EN EL CASTILLO DE TIEBAS.

Resultados georradar. Terraza superior.

Mapa de amplitud 8. **0.81-1.01m** bajo superficie.

IDS SOT Custom, 600MHz. Secuencia general.

ETRS89 30N  
EPSG 25830  
ESCALA A3: 1:190  
FONDO PLANO PALACIO

10



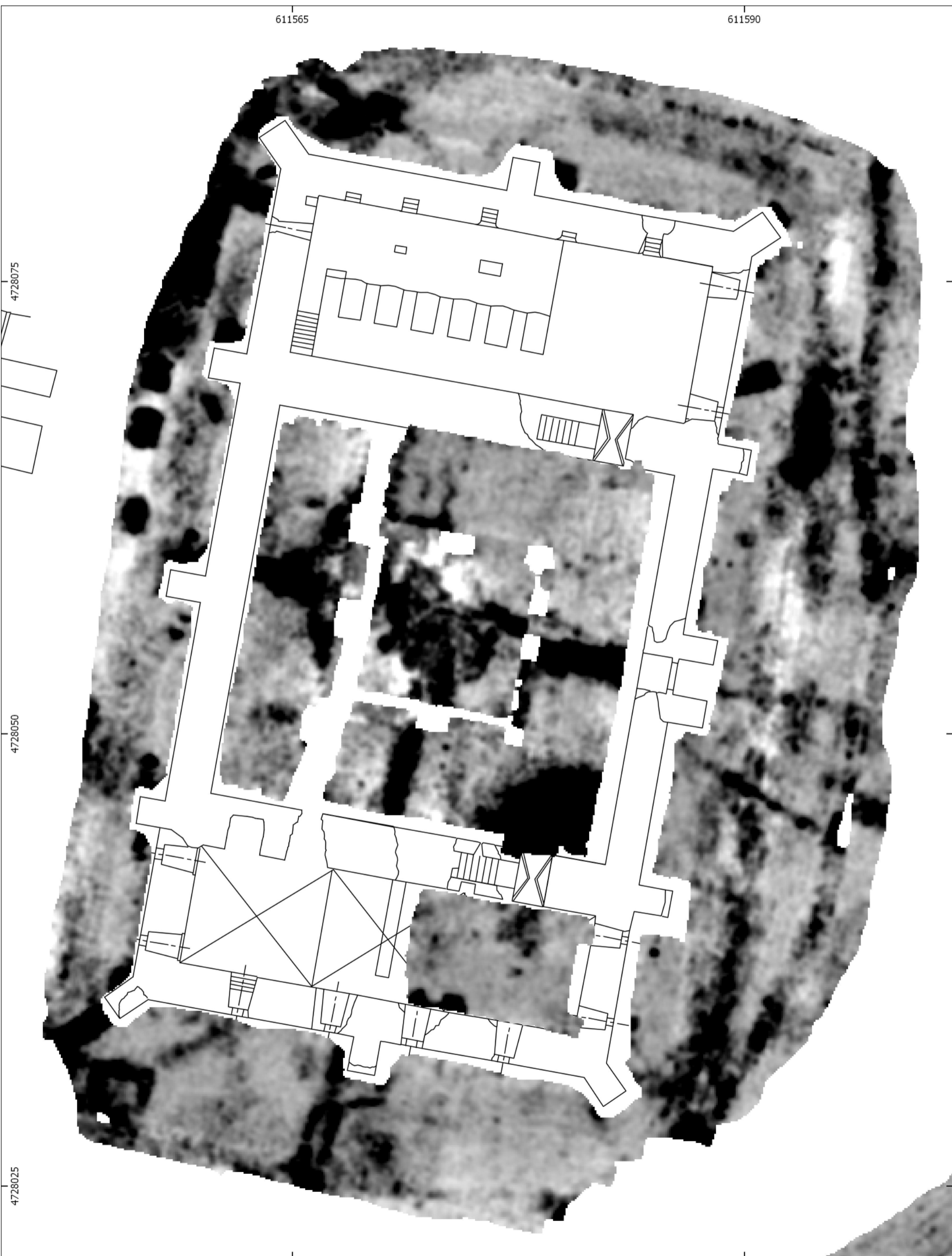
611565

611590

4728075

4728050

4728025





# PROSPECCIÓN GEOFÍSICA EN EL CASTILLO DE TIEBAS.

Resultados georradar. Terraza superior.

Mapa de amplitud 9. 0.93-1.13m bajo superficie.

IDS SOT Custom, 600MHz. Secuencia general.

ETRS89 30N  
EPSG 25830  
ESCALA A3: 1:190  
FONDO PLANO PALACIO

11



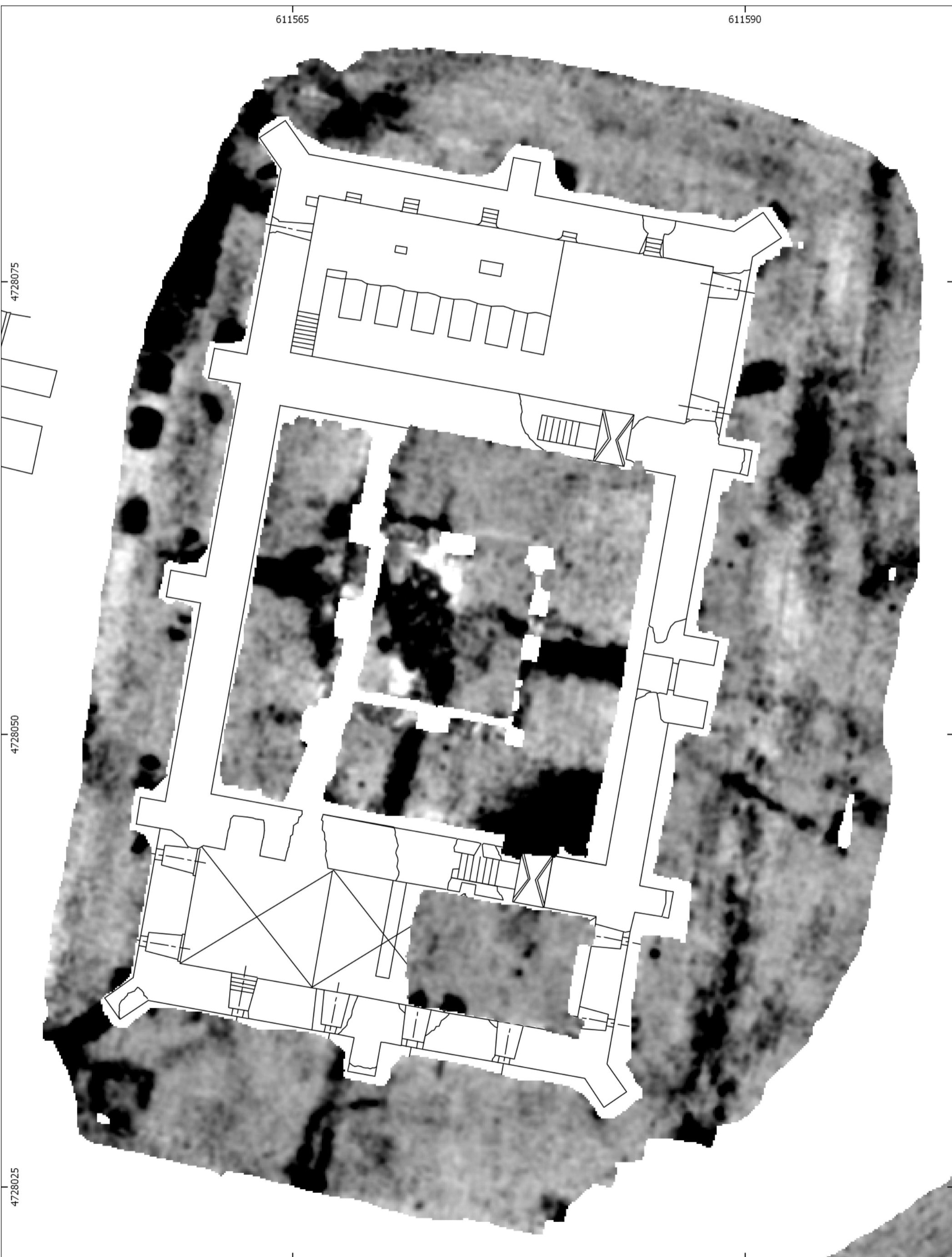
611565

611590

4728075

4728050

4728025







# PROSPECCIÓN GEOFÍSICA EN EL CASTILLO DE TIEBAS.

Resultados georradar. Terraza superior.

Mapa de amplitud 10. 1.04-1.24m bajo superficie.

IDS SOT Custom, 600MHz. Secuencia general.

ETRS89 30N  
EPSG 25830  
ESCALA A3: 1:190  
FONDO PLANO PALACIO

12



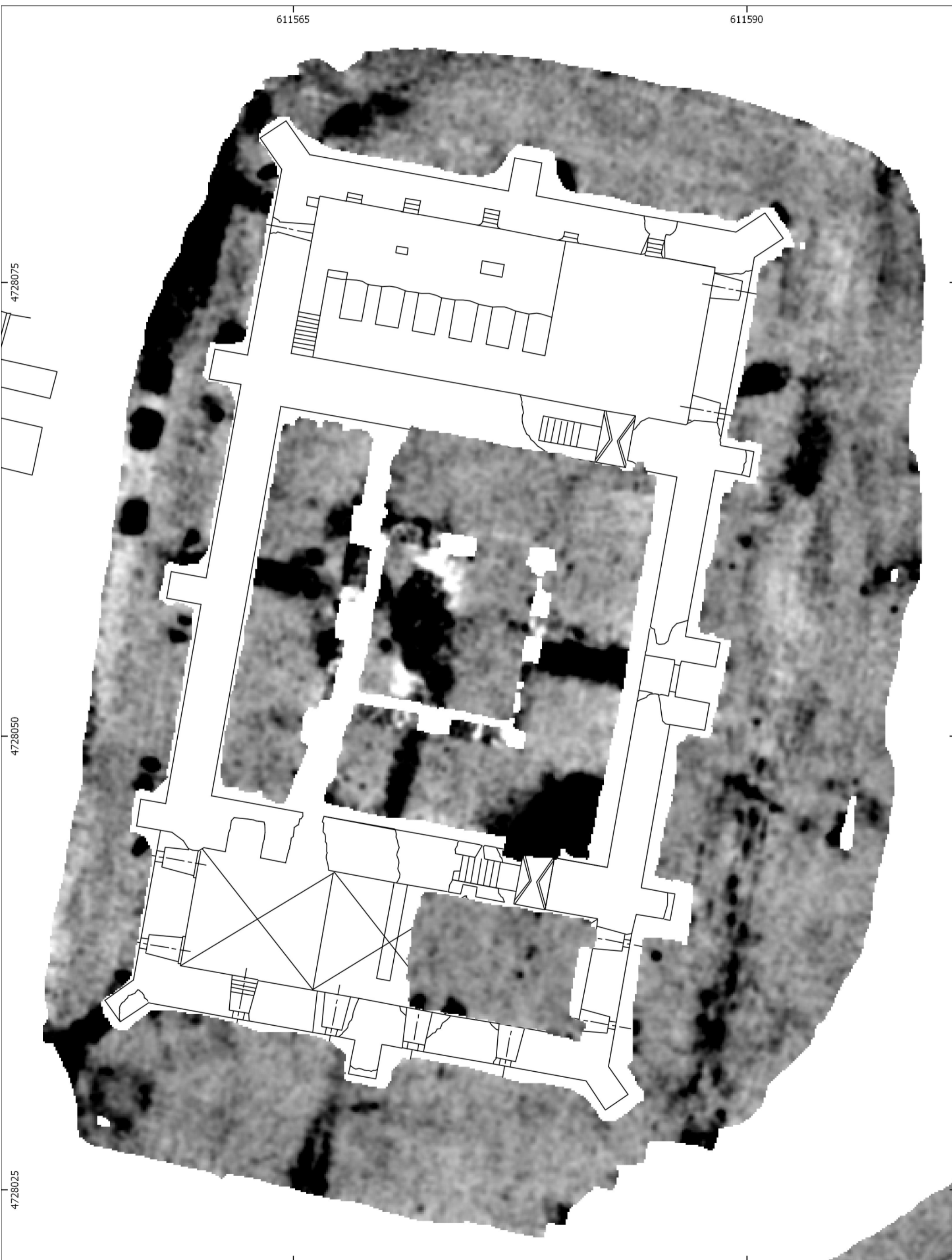
611565

611590

4728075

4728050

4728025





# PROSPECCIÓN GEOFÍSICA EN EL CASTILLO DE TIEBAS.

Resultados georradar. Terraza superior.

Mapa de amplitud 11. 1.16-1.26m bajo superficie.

IDS SOT Custom, 600MHz. Secuencia general.

ETRS89 30N  
EPSG 25830  
ESCALA A3: 1:190  
FONDO PLANO PALACIO

13



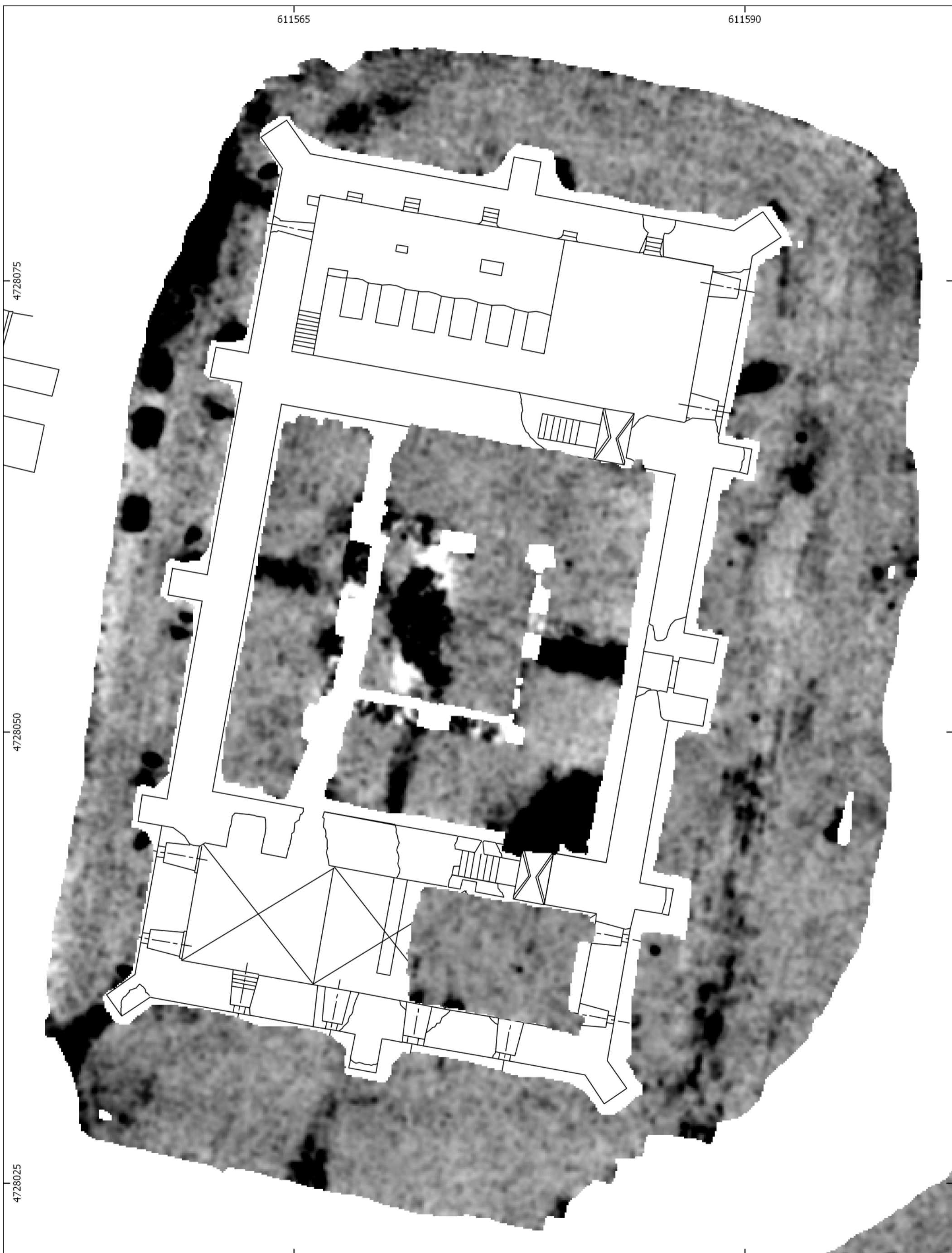
611565

611590

4728075

4728050

4728025







# PROSPECCIÓN GEOFÍSICA EN EL CASTILLO DE TIEBAS.

Resultados georradar. Terraza superior.

Mapa de amplitud 12. 1.27-1.47m bajo superficie.

IDS SOT Custom, 600MHz. Secuencia general.

ETRS89 30N  
EPSG 25830  
ESCALA A3: 1:190  
FONDO PLANO PALACIO

14



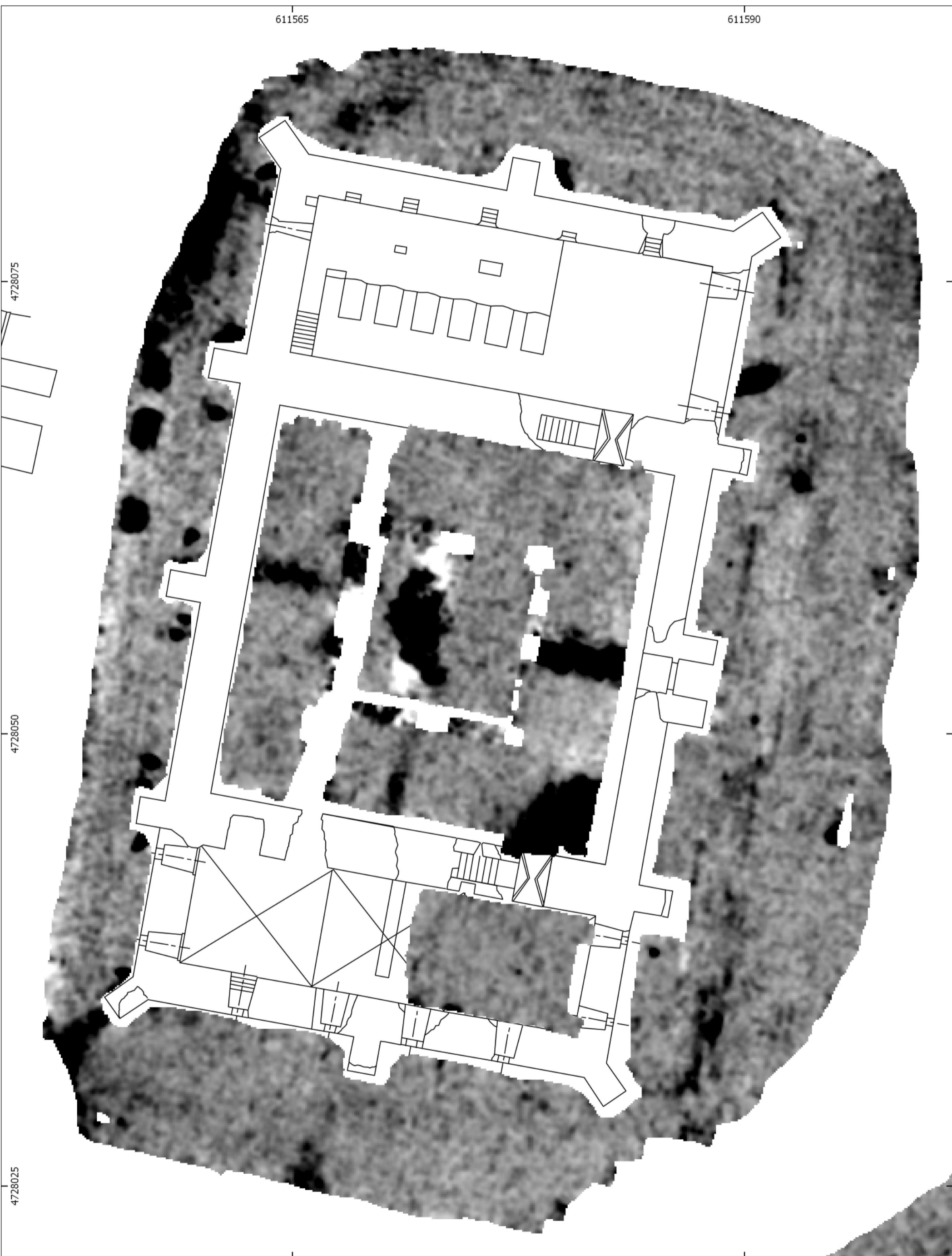
611565

611590

4728075

4728050

4728025







# PROSPECCIÓN GEOFÍSICA EN EL CASTILLO DE TIEBAS.

Resultados georradar. Terraza superior.

Mapa de amplitud 13. 1.39-1.59m bajo superficie.

IDS SOT Custom, 600MHz. Secuencia general.

ETRS89 30N  
EPSG 25830  
ESCALA A3: 1:190  
FONDO PLANO PALACIO

15



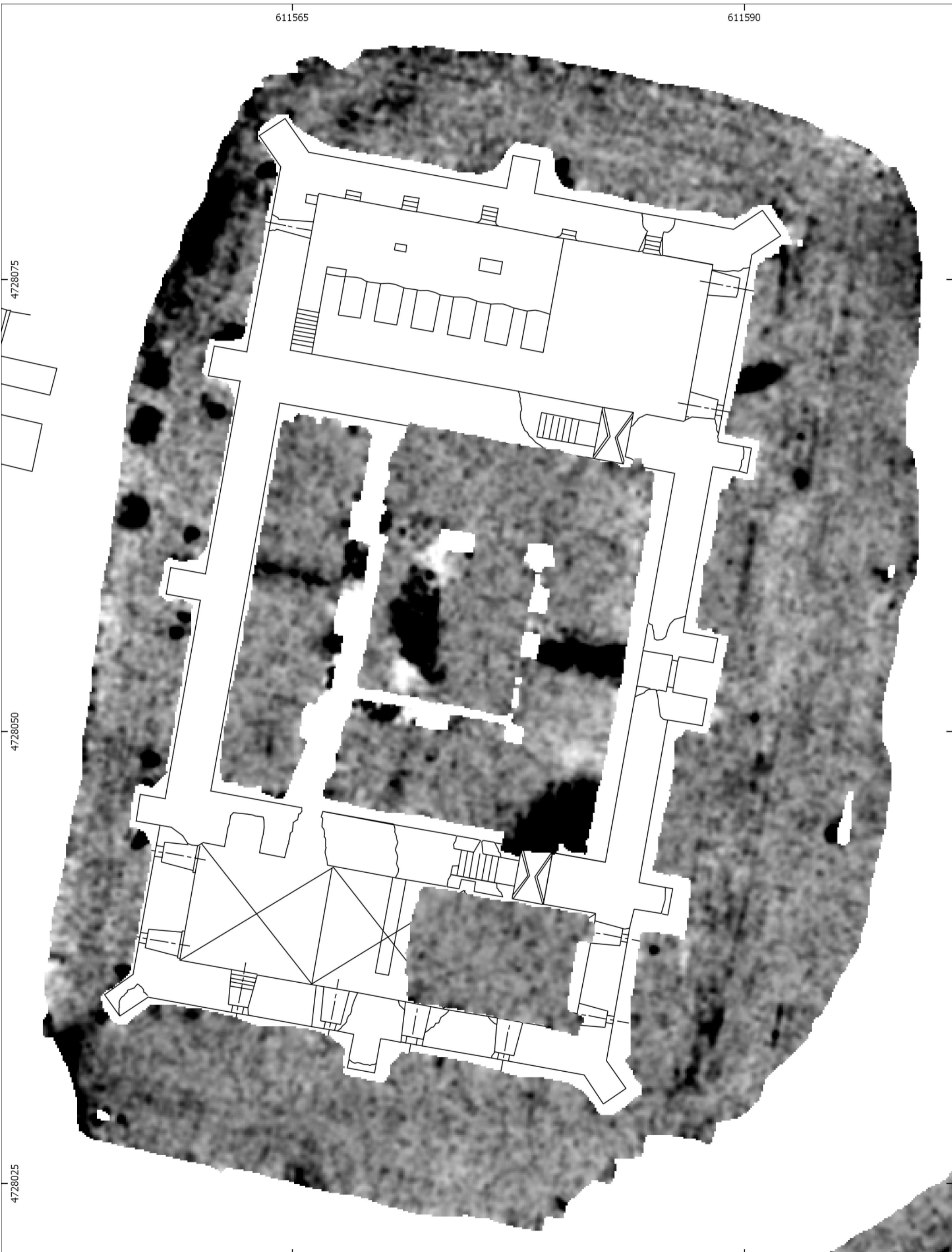
611565

611590

4728075

4728050

4728025







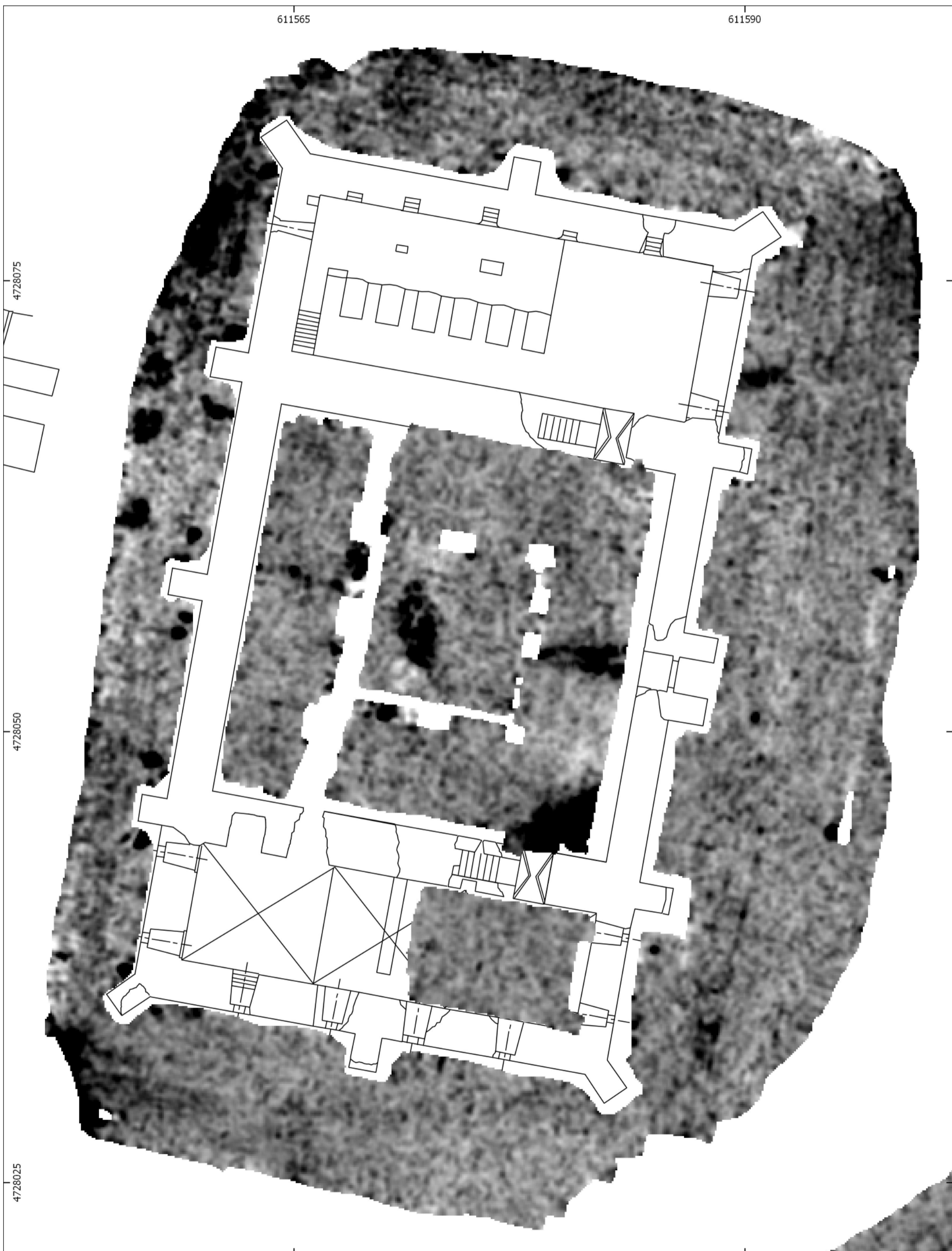
# PROSPECCIÓN GEOFÍSICA EN EL CASTILLO DE TIEBAS.

Resultados georradar. Terraza superior.

Mapa de amplitud 14. 1.51-1.70m bajo superficie.

IDS SOT Custom, 600MHz. Secuencia general.

ETRS89 30N  
EPSG 25830  
ESCALA A3: 1:190  
FONDO PLANO PALACIO







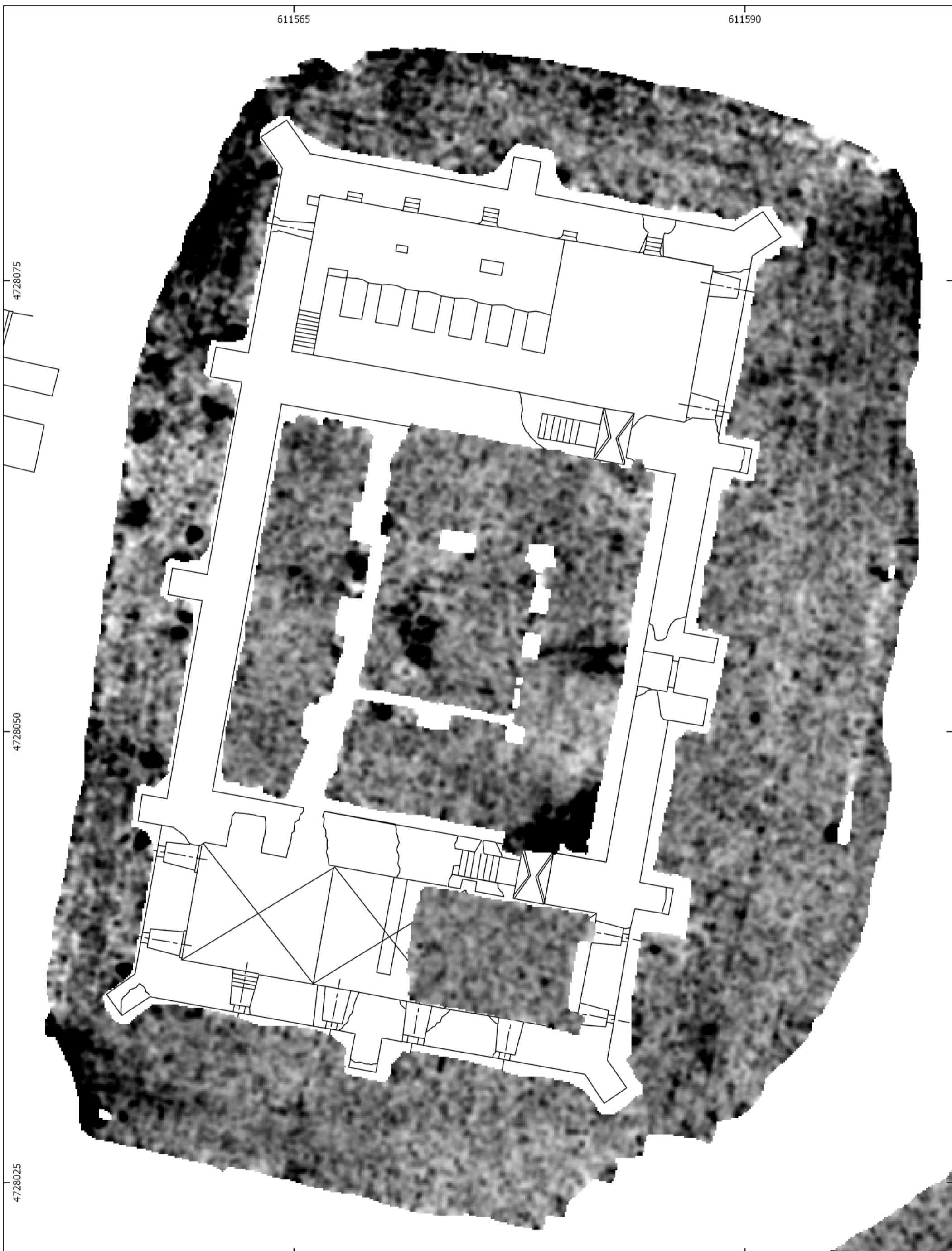
# PROSPECCIÓN GEOFÍSICA EN EL CASTILLO DE TIEBAS.

Resultados georradar. Terraza superior.

Mapa de amplitud 15. 1.62-1.82m bajo superficie.

IDS SOT Custom, 600MHz. Secuencia general.

ETRS89 30N  
EPSG 25830  
ESCALA A3: 1:190  
FONDO PLANO PALACIO







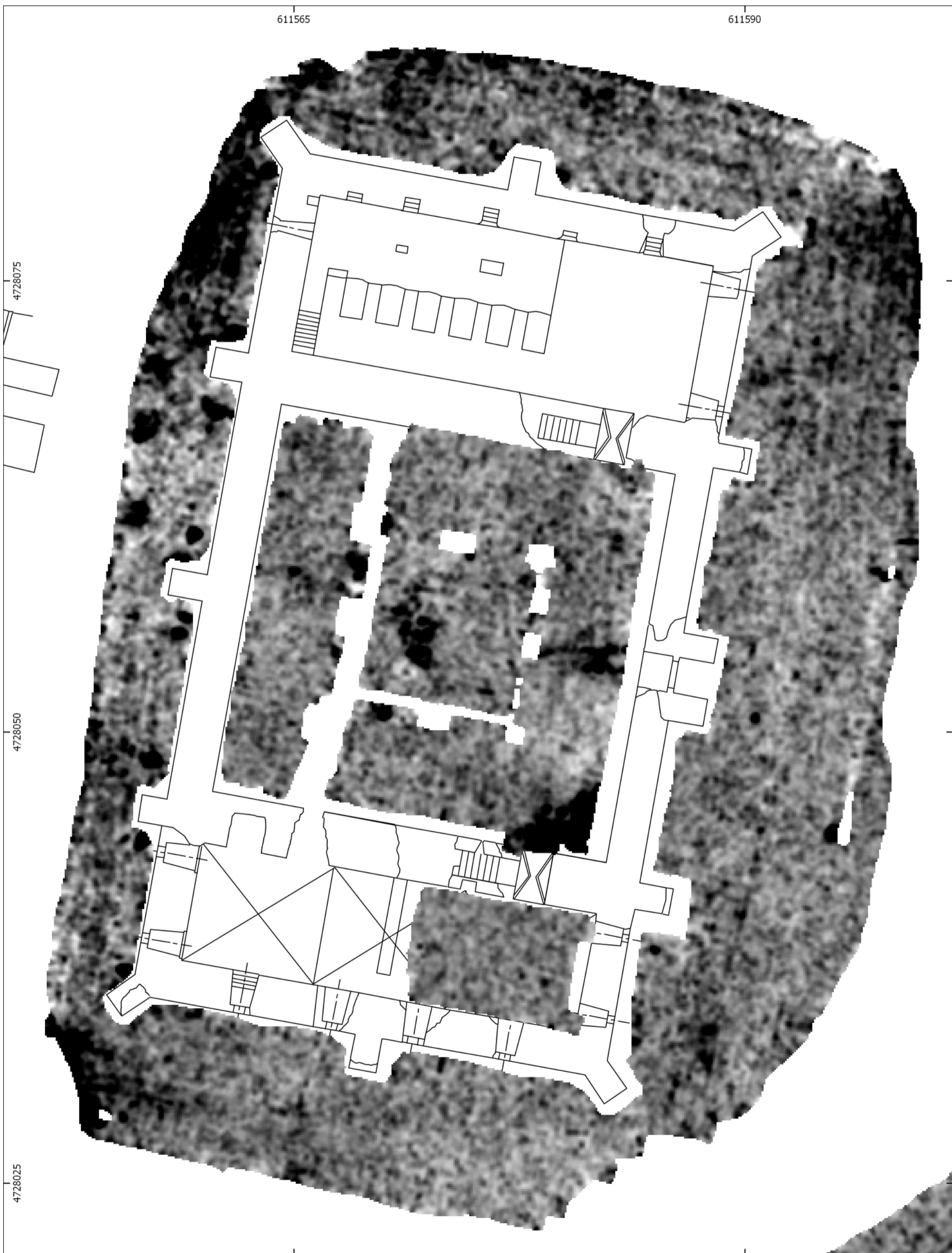
# PROSPECCIÓN GEOFÍSICA EN EL CASTILLO DE TIEBAS.

Resultados georradar. Terraza superior.

Mapa de amplitud 16. 1.74-1.94m bajo superficie.

IDS SOT Custom, 600MHz. Secuencia general.

ETRS89 30N  
EPSG 25830  
ESCALA A3: 1:190  
FONDO PLANO PALACIO







# PROSPECCIÓN GEOFÍSICA EN EL CASTILLO DE TIEBAS.

Resultados georradar. Terraza superior.

Esquemmatización de las anomalías reflectantes.

IDS SOT Custom, 600MHz. Secuencia general (corrección de tiempo cero).

ETRS89 30N  
EPSG 25830  
ESCALA A3: 1:190  
FONDO PLANO PALACIO











# PROSPECCIÓN GEOFÍSICA EN EL CASTILLO DE TIEBAS.

Resultados georradar.

Mapa de amplitud 1. **0-0.20m** bajo superficie.

IDS SOT Custom, 600MHz. Secuencia general (corrección de tiempo cero).

ETRS89 30N  
EPSG 25830  
ESCALA A3: 1:420  
FONDO ORTOFOTO (ADRIÁN CEREZO)







# PROSPECCIÓN GEOFÍSICA EN EL CASTILLO DE TIEBAS.

Resultados georradar.

Mapa de amplitud 2. **0.12-0.31m** bajo superficie.

IDS SOT Custom, 600MHz. Secuencia general (corrección de tiempo cero).

ETRS89 30N  
EPSG 25830  
ESCALA A3: 1:420  
FONDO ORTOFOTO (ADRIÁN CEREZO)







# PROSPECCIÓN GEOFÍSICA EN EL CASTILLO DE TIEBAS.

Resultados georradar.

Mapa de amplitud 3. **0.23-0.43m** bajo superficie.

IDS SOT Custom, 600MHz. Secuencia general (corrección de tiempo cero).

ETRS89 30N  
EPSG 25830  
ESCALA A3: 1:420  
FONDO ORTOFOTO (ADRIÁN CEREZO)







# PROSPECCIÓN GEOFÍSICA EN EL CASTILLO DE TIEBAS.

Resultados georradar.

Mapa de amplitud 4. **0.35-0.55m** bajo superficie.

IDS SOT Custom, 600MHz. Secuencia general (corrección de tiempo cero).

ETRS89 30N  
EPSG 25830  
ESCALA A3: 1:420  
FONDO ORTOFOTO (ADRIÁN CEREZO)







# PROSPECCIÓN GEOFÍSICA EN EL CASTILLO DE TIEBAS.

Resultados georradar.

Mapa de amplitud 5. **0.46-0.66m** bajo superficie.

IDS SOT Custom, 600MHz. Secuencia general (corrección de tiempo cero).

ETRS89 30N  
EPSG 25830  
ESCALA A3: 1:420  
FONDO ORTOFOTO (ADRIÁN CEREZO)

25







# PROSPECCIÓN GEOFÍSICA EN EL CASTILLO DE TIEBAS.

Resultados georradar.

Mapa de amplitud 6. **0.58-0.78m** bajo superficie.

IDS SOT Custom, 600MHz. Secuencia general.

ETRS89 30N  
EPSG 25830  
ESCALA A3: 1:420  
FONDO ORTOFOTO (ADRIÁN CEREZO)







# PROSPECCIÓN GEOFÍSICA EN EL CASTILLO DE TIEBAS.

Resultados georradar.

Mapa de amplitud 7. **0.70-0.89m** bajo superficie.

IDS SOT Custom, 600MHz. Secuencia general.

ETRS89 30N  
EPSG 25830  
ESCALA A3: 1:420  
FONDO ORTOFOTO (ADRIÁN CEREZO)







# PROSPECCIÓN GEOFÍSICA EN EL CASTILLO DE TIEBAS.

Resultados georradar.

Mapa de amplitud 8. **0.81-1.01m** bajo superficie.

IDS SOT Custom, 600MHz. Secuencia general.

ETRS89 30N  
EPSG 25830  
ESCALA A3: 1:420  
FONDO ORTOFOTO (ADRIÁN CEREZO)







# PROSPECCIÓN GEOFÍSICA EN EL CASTILLO DE TIEBAS.

Resultados georradar.

Mapa de amplitud 9. **0.93-1.13m** bajo superficie.

IDS SOT Custom, 600MHz. Secuencia general.

ETRS89 30N  
EPSG 25830  
ESCALA A3: 1:420  
FONDO ORTOFOTO (ADRIÁN CEREZO)







# PROSPECCIÓN GEOFÍSICA EN EL CASTILLO DE TIEBAS.

Resultados georradar.

Mapa de amplitud 10. **1.04-1.24m** bajo superficie.

IDS SOT Custom, 600MHz. Secuencia general.

ETRS89 30N  
EPSG 25830  
ESCALA A3: 1:420  
FONDO ORTOFOTO (ADRIÁN CEREZO)

30







# PROSPECCIÓN GEOFÍSICA EN EL CASTILLO DE TIEBAS.

Resultados georradar.

Mapa de amplitud 11. 1.16-1.26m bajo superficie.

IDS SOT Custom, 600MHz. Secuencia general.

ETRS89 30N  
EPSG 25830  
ESCALA A3: 1:420  
FONDO ORTOFOTO (ADRIÁN CEREZO)







# PROSPECCIÓN GEOFÍSICA EN EL CASTILLO DE TIEBAS.

Resultados georradar.

Mapa de amplitud 12. 1.27-1.47m bajo superficie.

IDS SOT Custom, 600MHz. Secuencia general.

ETRS89 30N  
EPSG 25830  
ESCALA A3: 1:420  
FONDO ORTOFOTO (ADRIÁN CEREZO)







# PROSPECCIÓN GEOFÍSICA EN EL CASTILLO DE TIEBAS.

Resultados georradar.

Mapa de amplitud 13. 1.39-1.59m bajo superficie.

IDS SOT Custom, 600MHz. Secuencia general.

ETRS89 30N  
EPSG 25830  
ESCALA A3: 1:420  
FONDO ORTOFOTO (ADRIÁN CEREZO)







# PROSPECCIÓN GEOFÍSICA EN EL CASTILLO DE TIEBAS.

Resultados georradar.

Mapa de amplitud 14. 1.51-1.70m bajo superficie.

IDS SOT Custom, 600MHz. Secuencia general.

ETRS89 30N  
EPSG 25830  
ESCALA A3: 1:420  
FONDO ORTOFOTO (ADRIÁN CEREZO)







# PROSPECCIÓN GEOFÍSICA EN EL CASTILLO DE TIEBAS.

Resultados georradar.

Mapa de amplitud 15. 1.62-1.82m bajo superficie.

IDS SOT Custom, 600MHz. Secuencia general.

ETRS89 30N  
EPSG 25830  
ESCALA A3: 1:420  
FONDO ORTOFOTO (ADRIÁN CEREZO)







# PROSPECCIÓN GEOFÍSICA EN EL CASTILLO DE TIEBAS.

Resultados georradar.

Mapa de amplitud 16. 1.74-1.94m bajo superficie.

IDS SOT Custom, 600MHz. Secuencia general.

ETRS89 30N  
EPSG 25830  
ESCALA A3: 1:420  
FONDO ORTOFOTO (ADRIÁN CEREZO)





