

CENTRO CULTURAL

[ESTUDIO ACÚSTICO]

TALLER 25

ACÚSTICA ARQUITECTÓNICA

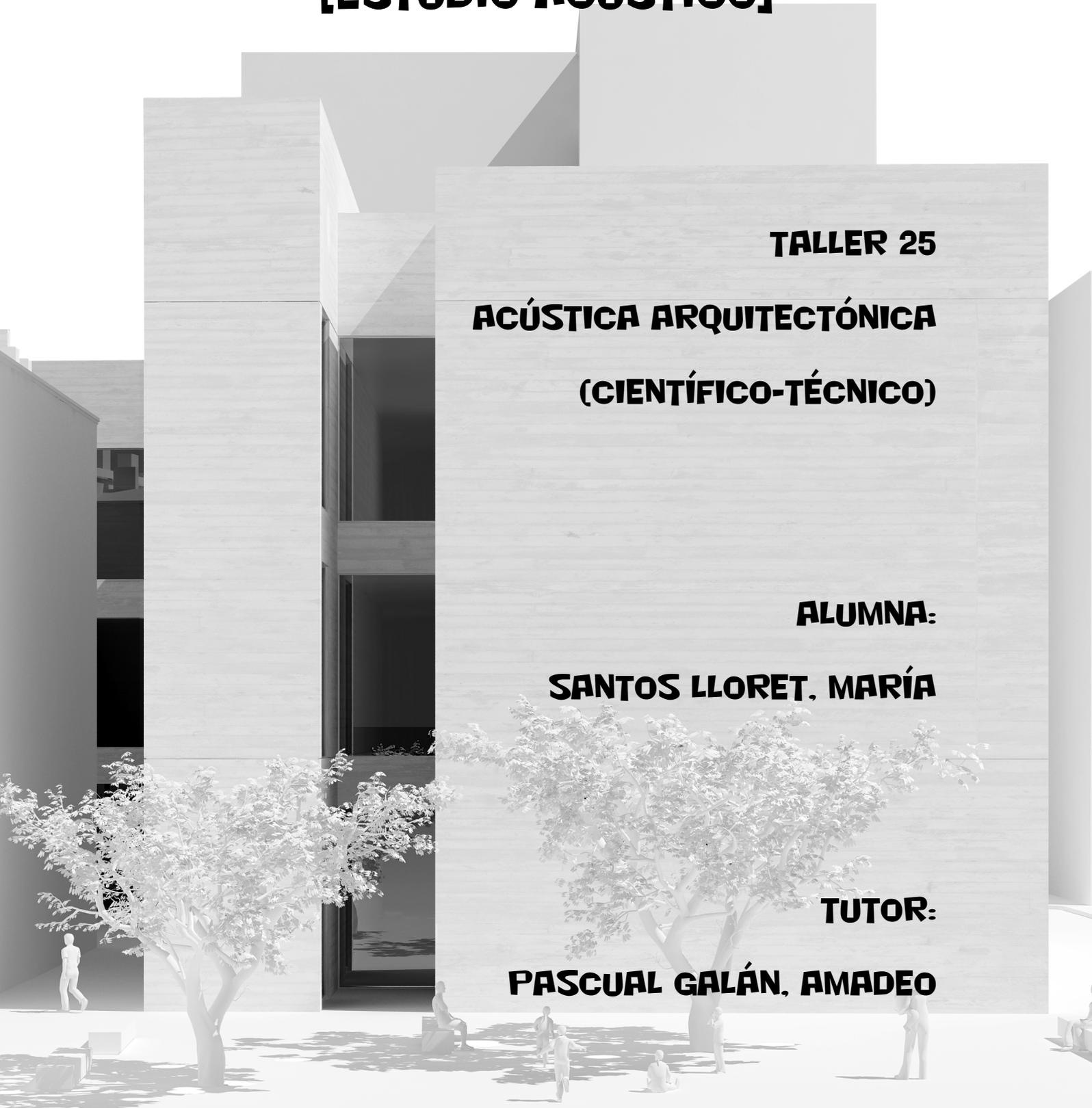
(CIENTÍFICO-TÉCNICO)

ALUMNA:

SANTOS LLORET, MARÍA

TUTOR:

PASCUAL GALÁN, AMADEO



INDICE

OBJETIVOS.....	PAG.3
CONCEPTOS ACÚSTICOS.....	PAG.4
ANÁLISIS GEOMÉTRICO: ACOTACIÓN.....	PAG.22
ANÁLISIS GEOMÉTRICO: SUPERFICIES.....	PAG.28
DEFINICIÓN DE ESPACIOS: USOS.....	PAG.34
DEFINICIÓN DE ESPACIOS: DISTRIBUCIÓN.....	PAG.40
ANÁLISIS ACÚSTICO PLANTA BAJA: AUDITORIO.....	PAG.46
ANÁLISIS ACÚSTICO PLANTA BAJA: CAFETERIA.....	PAG.58
ANÁLISIS ACÚSTICO PLANTA PRIMERA: SALA DE REUNIONES Y TALLERES....	PAG.61
ANÁLISIS ACÚSTICO PLANTA PRIMERA: SALA DE CONFERENCIAS.....	PAG.65
ANÁLISIS ACÚSTICO PLANTA SEGUNDA: SALA DE INFORMÁTICA/AUD.....	PAG.73
ANÁLISIS ACÚSTICO PLANTA SEGUNDA: SALA DE EXPOSICIONES.....	PAG.76
ANÁLISIS ACÚSTICO PLANTA TERCERA: TERRAZA EXTERIOR.....	PAG.79
ANÁLISIS ACÚSTICO PLANTA SÓTANO: GIMNASIO.....	PAG.80
ANÁLISIS ACÚSTICO DEL ESPACIO POLIVALENTE.....	PAG.83
ANEJO A: REFLEXIONES ESTADO ACTUAL AUDITORIO.....	PAG.84
ANEJO B: MODIFICACIONES GEOMÉTRICAS EDIFICIO.....	PAG.93
ANEJO C: PROPUESTA DE MATERIALES PARA TODO EL EDIFICIO.....	PAG.102
ANEJO D: SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS DE LOS MATERIALES ESCOGIDOS.....	PAG.159
ANEJO E: REFLEXIONES DEL AUDITORIO CON LAS MODIFICACIONES.....	PAG.168
ANEJO F: REFLEXIONES DEL TECHO DEL AUDITORIO.....	PAG.180
ANEJO G: REFLEXIONES SALA DE CONFERENCIAS.....	PAG.186
ANEJO H: REFLEXIONES TECHO SALA DE CONFERENCIAS.....	PAG.195
CUMPLIMIENTO CTE: DB-HR.....	PAG.200

OBJETIVOS:

CONSIDERANDO EL EDIFICIO COMO UNA ENVOLVENTE, SE CAMBIA SU USO Y SE DESTINAN LAS SALAS A DIFERENTES USOS SEGÚN LAS NECESIDADES QUE UN CENTRO CULTURAL CONLLEVA.

DOTAR EL EDIFICIO DE SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS NECESARIAS PARA OBTENER UNA BUENA ACÚSTICA, PARA ELLO SE ESTUDIARÁ CADA ESPACIO INDEPENDIENTEMENTE, SE ELEGIRÁN LOS MATERIALES Y SE COMPROBARÁ MEDIANTE LOS CÁLCULOS CORRESPONDIENTES QUE CUMPLE LA NORMATIVA VIGENTE.

EN CADA SALA SE SEGUIRÁN LOS SIGUIENTES CRITERIOS PARA UNA BUENA ACÚSTICA:

- ES NECESARIO ALCANZAR UN ADECUADO NIVEL SONORO EN CADA PARTE DEL RECINTO, ESPECIALMENTE EN LAS ZONAS MÁS ALEJADAS
- LA ENERGÍA SONORA DEBE ESTAR DISTRIBUIDA UNIFORMEMENTE EN EL RECINTO
- TIENE QUE EXISTIR UNA CORRESPONDENCIA ENTRE EL TIEMPO DE REVERBERACIÓN Y EL USO DEL RECINTO
- EL RECINTO NO DEBE PRESENTAR DEFECTOS ACÚSTICOS, COMO ECO, ZONAS DE SOMBRA, FOCALIZACIONES, RESONANCIA, ELEVADA REVERBERACIÓN
- EL RUIDO DE FONDO Y LAS VIBRACIONES DEBEN ALEJARSE DEL RECINTO PARA QUE NO INTERFIEREN DE NINGUNA FORMA CON LAS FUNCIONES DEL RECINTO

SE JUSTIFICARÁ EL CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA VIGENTE: DB-HR.

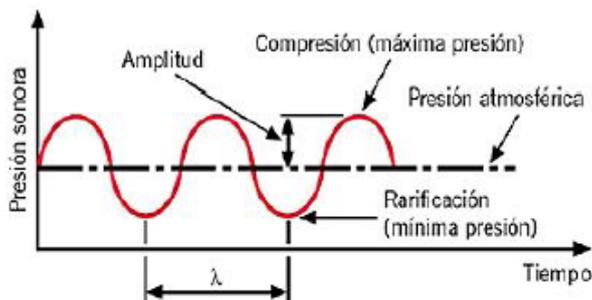
CONCEPTOS BÁSICOS DE ACÚSTICA

1.1.- EL SONIDO.

EL SONIDO, ES UNA ONDA MECÁNICA QUE SE PROPAGA A TRAVÉS DE LA MATERIA EN ESTADO GASEOSO, LÍQUIDO O SÓLIDO. SE TRATA DE UNA SENSACIÓN EN EL ÓRGANO DEL OÍDO, PRODUCIDA POR EL MOVIMIENTO ONDULATORIO EN UN MEDIO ELÁSTICO, NORMALMENTE EL AIRE Y ES DEBIDO A RAPIDÍSIMOS CAMBIOS DE PRESIÓN, GENERADOS POR EL MOVIMIENTO VIBRATORIO DE UN CUERPO SONORO AL QUE LE LLAMAREMOS “FUENTE SONORA”.

LA PROPAGACIÓN DE LA PERTURBACIÓN SONORA SE PRODUCE POR LA COMPRESIÓN Y EXPANSIÓN DEL MEDIO POR EL QUE SE PROPAGAN, DE MANERA QUE LA ELASTICIDAD DEL MEDIO PERMITE QUE CADA PARTÍCULA TRANSMITA LA PERTURBACIÓN A LA PARTÍCULA ADYACENTE, DANDO ORIGEN A UN MOVIMIENTO EN CADENA.

PARA ENTENDERLO MEJOR, DEBIDO AL AGRUPAMIENTO DE UN GRAN NÚMERO DE MOLÉCULAS, SE GENERAN INCREMENTOS DE PRESIÓN LOCALES RESPECTO A LA PRESIÓN ATMOSFÉRICA (ZONAS DE COMPRESIÓN) QUE SE DESPLAZAN POR CHOQUE, INDUCIENDO EN OTRAS DESCENSOS EN LA PRESIÓN RESPECTO A LA ATMOSFÉRICA, ES DECIR, EXISTENCIA DE RELATIVAMENTE POCAS MOLÉCULAS EN VOLÚMENES ELEMENTALES DEL AIRE DEBIDO A EXPANSIONES.



ESTE PROCESO DE PROPAGACIÓN DE UNA PERTURBACIÓN INICIAL EN FORMA DE VARIACIONES DE PRESIÓN RESPECTO A LA PRESIÓN ATMOSFÉRICA, TANTO EN EL ESPACIO COMO EN EL TIEMPO, DA LUGAR A UNA ONDA ACÚSTICA QUE EN EL CASO DE SER AUDIBLE SE CONOCE COMO ONDA SONORA.

LAS ZONAS DE TRACCIÓN Y COMPRESIÓN VIAJAN A UNA VELOCIDAD DETERMINADA CONOCIDA COMO VELOCIDAD DE “FRENTE DE ONDA”, MIENTRAS QUE EL PUNTO DE AGITACIÓN INICIAL SE DENOMINA “FOCO DE ONDAS”.

LA FUNCIÓN DEL MEDIO TRANSMITIDO ES FUNDAMENTAL, YA QUE EL SONIDO NO SE PROPAGA EN EL VACÍO. POR ESO, PARA QUE EXISTA SONIDO ES NECESARIA UNA FUENTE DE VIBRACIÓN MECÁNICA Y TAMBIÉN UN MEDIO ELÁSTICO. EL AIRE ES EL MEDIO TRANSMISOR MÁS COMÚN DEL SONIDO. LA

VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN DE ESTE EN EL AIRE ES DE APROXIMADAMENTE 343 M/S A TEMPERATURA DE 20°C (293 KELVIN).

UNOS EJEMPLOS DE VELOCIDADES NOS MUESTRAN COMO LA VELOCIDAD DEL SONIDO ES MAYOR EN LOS SÓLIDOS QUE EN LOS LÍQUIDOS Y EN LOS LÍQUIDOS ES MAYOR QUE EN LOS GASES:

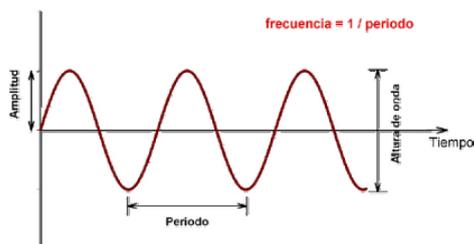
- EN AIRE (A TEMPERATURA DE 20°C) ES DE 340 M/S.
- EN AGUA (A TEMPERATURA DE 20°C) ES DE 1600 M/S.
- EN LA MADERA ES DE 3900 M/S.
- EN EL ACERO ES DE 6000 M/S.

1.2.- CONCEPTOS FISICOS:

Amplitud (A): ES LA SEPARACIÓN MÁXIMA DE LA ONDA, RESPECTO A LA POSICIÓN DE EQUILIBRIO. EN ACÚSTICA, SE DEFINE COMO LA CANTIDAD DE PRESIÓN SONORA QUE EJERCE LA VIBRACIÓN EN EL MEDIO ELÁSTICO (AIRE). AL MISMO TIEMPO TAMBIÉN DETERMINA LA CANTIDAD DE ENERGÍA (POTENCIA ACÚSTICA) QUE CONTIENE UNA SEÑAL SONORA. A MAYOR AMPLITUD, MAYOR POTENCIA ACÚSTICA Y CUANTO MÁS FUERTE SUENA UN SONIDO, MAYOR AMPLITUD TIENE, PUESTO QUE SE EJERCE UNA PRESIÓN MAYOR EN EL MEDIO.

EN DEFINITIVA, LA AMPLITUD DE UNA ONDA, ES EL VALOR MÁXIMO TANTO POSITIVO “PICO O CRESTA”, COMO NEGATIVO “VIENTRE O VALLE” QUE PUEDE LLEGAR A ADMITIR LA ONDA. EL PUNTO DONDE EL VALOR DE LA ONDA SE ANULA AL PASAR DEL VALOR POSITIVO AL NEGATIVO, SE CONOCE COMO “PUNTO DE EQUILIBRIO, NODO O CERO”.

LA AMPLITUD SE MIDE EN DB SPL. LOS DECIBELIOS REPRESENTAN LA RELACIÓN ENTRE DOS SEÑALES Y SE BASA EN UN LOGARITMO DE BASE 10 DEL COCIENTE ENTRE DOS NÚMEROS. LAS SIGLAS SPL HACEN REFERENCIA A LA PRESIÓN SONORA (SOUND PRESSURE LEVEL).



Frecuencia (f): SE TRATA DE UNA MEDIDA PARA INDICAR EL NÚMERO DE REPETICIONES DE CUALQUIER FENÓMENO SUCESO PERIÓDICO EN UNA UNIDAD DE TIEMPO, ES DECIR, ES EL NÚMERO DE CICLOS COMPLETOS REALIZADOS POR UNIDAD DE TIEMPO O EL NÚMERO DE VECES QUE LA PARTÍCULA PASA POR UNA MISMA POSICIÓN EN EL MISMO SENTIDO, EN LA UNIDAD DE TIEMPO.

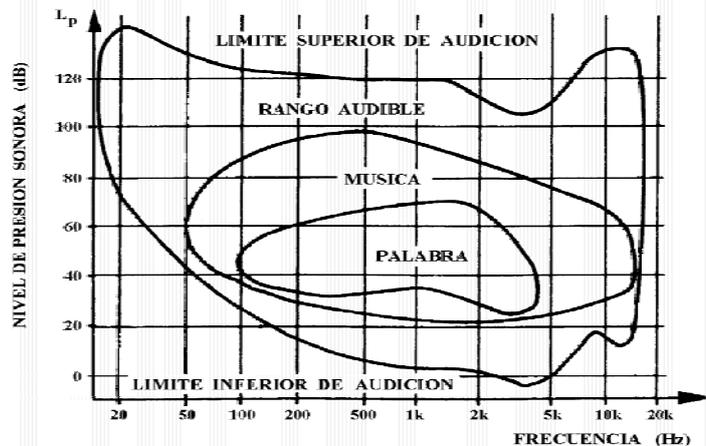
FRECUENCIA SONORA: ES UN PARÁMETRO ÍNTIMAMENTE LIGADO CON EL MOVIMIENTO DE VIBRACIÓN DE LAS PARTÍCULAS RESPECTO A SU POSICIÓN INICIAL DE EQUILIBRIO, EL CUAL INDICA LA RAPIDEZ CON LAS QUE SE PRODUCEN LAS VARIACIONES DE PRESIÓN Y QUE PUEDE DEFINIRSE COMO EL “NÚMERO DE VARIACIONES DE PRESIÓN DE LA ONDA EN UN SEGUNDO” (INDICADOR DIRECTO DE LA VELOCIDAD DE VIBRACIÓN). A MAYOR FRECUENCIA, MAYOR RAPIDEZ.

LA FRECUENCIA, GENERA LA SENSACIÓN AUDITIVA SUBJETIVA DEL TONO, NORMALMENTE SE DIFERENCIAN TRES INTERVALOS DE FRECUENCIA (BAJA-MEDIA-ALTA), DONDE:

- LAS BAJAS INDUCEN SONIDOS GRAVES.
- LAS ALTAS INDUCEN SONIDOS AGUDOS.

EL HOMBRE NO TIENE SENSIBILIDAD A TODAS LAS FRECUENCIAS. EL MARGEN DE FRECUENCIAS QUE NUESTRO OÍDO ES CAPAZ DE IDENTIFICAR SE CONOCEN COMO AUDIOFRECUENCIAS Y VA DESDE LOS 20 HASTA LOS 20.000HZ.

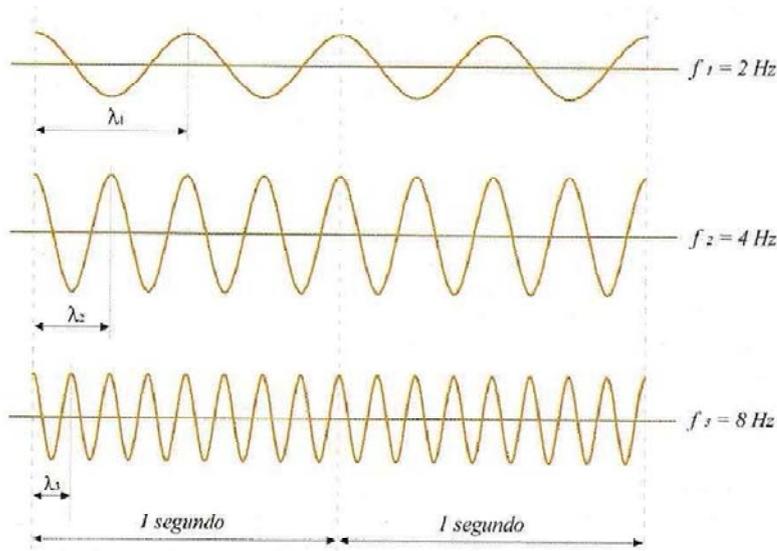
HAY ESTUDIOS SOBRE LA SENSIBILIDAD DEL OÍDO CON LA PRESIÓN SONORA (O NIVEL ACÚSTICO) QUE SE RESUMEN EN UNAS CURVAS QUE DAN ESTA VARIACIÓN DE SENSIBILIDAD EN FUNCIÓN DE LA FRECUENCIA:



Longitud de onda (λ): ES UN

PARÁMETRO FÍSICO QUE INDICA EL TAMAÑO DE LA ONDA. SE DEFINE COMO LA DISTANCIA MEDIDA EN LA DIRECCIÓN DE PROPAGACIÓN DE LA ONDA ENTRE DOS PUNTOS CUYO ESTADO DE MOVIMIENTO ES IDÉNTICO COMO POR EJEMPLO CRESTAS Y VALLES ADYACENTES.

ES DECIR, ES EL ESPACIO NECESARIO PARA QUE UNA ONDA SONORA (VARIACIÓN RÁPIDA DE PRESIÓN), REALICE UN CICLO COMPLETO (DISTANCIA NECESARIA PARA QUE LA PRESIÓN AUMENTE POR ENCIMA DEL VALOR DE LA PRESIÓN ATMOSFÉRICA, DISMINUYA A CONTINUACIÓN POR DEBAJO DE ESTA Y AUMENTE DE NUEVO HASTA EL MISMO VALOR INICIAL.



- SONIDOS AGUDOS (O ALTAS FRECUENCIAS): POSEEN LONGITUD DE ONDA PEQUEÑA. LAS ONDAS SE ENCUENTRAN PRÓXIMOS ENTRE SI. EXISTEN MÁS ONDAS POR FRACCIÓN DE TIEMPO QUE UNO GRAVE.

- SONIDOS GRAVES (O BAJAS FRECUENCIAS): EXISTEN MÁS ONDAS POR FRACCIÓN DE TIEMPO QUE UNO GRAVE.

POR TANTO, ESTA LONGITUD DE ONDA, DEPENDERÁ DE LA VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN (C) Y DEL PERÍODO (T), O SU INVERSA LA FRECUENCIA (F).

$$c = f \cdot \lambda$$

$$\lambda = c \cdot T = \frac{c}{f}$$

POR TANTO A MAYOR FRECUENCIA, MAYOR VELOCIDAD DE VIBRACIÓN CON EL CONSECUENTE AUMENTO DE CRESTAS Y VALLES, OBTENIENDO LONGITUDES DE ONDA MÁS PEQUEÑAS.

Nivel de presión sonora: DETERMINA LA INTENSIDAD DEL SONIDO QUE GENERA UNA PRESIÓN INSTANTÁNEA (ES DECIR, DEL SONIDO QUE ALCANZA A UNA PERSONA EN UN MOMENTO DADO) Y VARÍA ENTRE 0 DB UMBRAL DE AUDICIÓN Y 120 DB UMBRAL DE DOLOR. PARA MEDIR EL NIVEL DE PRESIÓN SONORA NO SE SUELE UTILIZAR EL PASCAL, PUESTO QUE TIENE UN AMPLIO MARGEN ENTRE LA SONORIDAD MÁS INTENSA Y LA MÁS DÉBIL (ENTRE 20 PA Y 20 MICROPA).

NORMALMENTE SE ADOPTA UNA ESCALA LOGARÍTMICA YA QUE EL OÍDO NO PERCIBE LOS SONIDOS EN ESCALA LINEAL, SINO COMO UNA LOGARÍTMICA Y COMO UNIDAD DE MEDIDA SE UTILIZA EL DECIBELIO DB PORQUE ES ADIMENSIONAL Y RELATIVO, ES DECIR QUE PARA MEDIR VALORES ABSOLUTOS SE NECESITA ESPECIFICAR A QUÉ UNIDADES ESTÁ REFERIDO. PARA EL NIVEL DE PRESIÓN SONORA, EL DB (SPL) TOMA COMO UNIDAD DE REFERENCIA 1 MICROBAR. LAS SIGLAS SLP SON LA ABREVIATURA DE SOUND PRESSURE LEVEL (NIVEL DE PRESIÓN SONORA).

PARA MEDIR EL NIVEL DE PRESIÓN SONORA, SE UTILIZA LA FÓRMULA:

$$NP = Lp = 20 \log \frac{P}{P_0} \quad (\text{dBspl})$$

$P_0 = 20 \text{ MICROPA} = 0'00002\text{PA}$, ES LA PRESIÓN DE REFERENCIA (UMBRALES DE AUDICIÓN)

P = PRESIÓN SONORA INSTANTÁNEA.

LOG= ES UN LOGARITMO DECIMAL (EN BASE 10, DE AHÍ DECIBELIO)

ES DECIR, EL NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA SE EXPRESA COMO 20 VECES EL LOGARITMO DECIMAL DE LA RELACIÓN ENTRE PRESIÓN ACÚSTICA Y PRESIÓN DE REFERENCIA DETERMINADA.

Intensidad Sonora (I): ES LA POTENCIA ACÚSTICA EMITIDA POR UNIDAD DE SUPERFICIE.

DEPENDE DE LA DISTANCIA A LA FUENTE Y DE LAS CONDICIONES DEL LUGAR DONDE SE ENCUENTRA (CAMPO ABIERTO, SIN OBSTÁCULOS O RECINTO CERRADO). SE EXPRESA EN W/M^2 . AL AUMENTAR LA DISTANCIA, DISMINUYE LA INTENSIDAD PORQUE LAS ONDAS CUBREN MÁS SUPERFICIE, HASTA HACERSE IMPERCEPTIBLE.

LA EXPRESIÓN $I = P \text{ AT}/\text{s} = \text{W}/\text{s}$, INDICA QUE MANTENIENDO CONSTANTE LA POTENCIA DE LA FUENTE, LA INTENSIDAD DISMINUYE INVERSAMENTE PROPORCIONAL AL CUADRADO DE LA DISTANCIA.

El tono de un sonido: EL TONO VIENE DETERMINADO POR LA FRECUENCIA FUNDAMENTAL QUE POSEEN LAS VIBRACIONES COMPLEJAS POR LAS QUE ESTÁ COMPUESTO UN SONIDO REAL. ESTAS VIBRACIONES COMPLEJAS AL MISMO TIEMPO ESTÁN FORMADAS POR VIBRACIONES ARMÓNICAS SIMPLES, QUE POR SEPARADO ORIGINARÍAN UN SONIDO PURO.

MEDIANTE EL TONO PODEMOS DISTINGUIR UN SONIDO GRAVE, DE 100 HZ POR EJEMPLO, Y OTRO AGUDO DE 9 KHz.

El timbre de un sonido: EL TIMBRE ES UNA CARACTERÍSTICA SUBJETIVA DEL SONIDO QUE PERMITE DIFERENCIAR DOS SONIDOS QUE TENGAN IDÉNTICO TONO E INTENSIDAD Y QUE ESTÉN PRODUCIDOS POR FUENTES DIFERENTES. EL TIMBRE VIENE DEFINIDO POR LA INTENSIDAD Y LOS DIFERENTES ARMÓNICOS DE LA SEÑAL SONORA.

POR EJEMPLO, NOS PERMITE DISTINGUIR DIFERENTES INSTRUMENTOS MUSICALES AUNQUE TENGAN IGUAL INTENSIDAD Y TONO, O TAMBIÉN RECONOCER LA VOZ CARACTERÍSTICA DE CADA INDIVIDUO.

1.3.- EL ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO

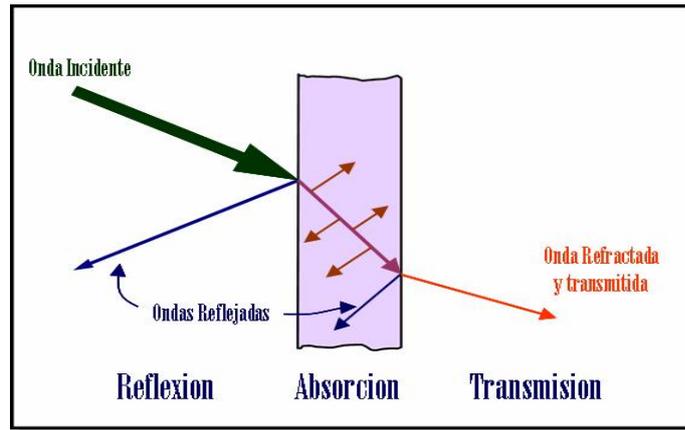
UNA DE LAS PRINCIPALES FUNCIONES DE LA ACÚSTICA ARQUITECTÓNICA ES LA PREDICCIÓN DE LAS MEDIDAS ÓPTIMAS DE UNA SALA, PARA TENER UNA ACÚSTICA PERFECTA Y EQUIVALENTE EN TODOS LOS PUNTOS DE LA MISMA. CON FRECUENCIA, NOS ENCONTRAMOS SALAS QUE TIENEN UNA BUENA ACÚSTICA EN ALGUNAS ZONAS Y EN OTRAS EL SONIDO ES DEFICIENTE, SIENDO ESTO MUCHO MÁS PROBABLE AL AUMENTAR LAS DIMENSIONES DEL RECINTO SONORO.

EL OBJETIVO DEL ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO DE UN RECINTO ES CONSEGUIR UN GRADO DE DIFUSIÓN ACÚSTICA UNIFORME EN TODOS LOS PUNTOS DEL MISMO. CON ELLO SE PRETENDE MEJORAR LAS CONDICIONES ACÚSTICAS DE SONORIDAD AUMENTADO EL CONFORT ACÚSTICO INTERNO DEL RECINTO.

DESDE ESE PUNTO DE VISTA INTERESA QUE EL INTERVALO DE TIEMPO QUE TRANSCURRE ENTRE LA LLEGADA DEL SONIDO DIRECTO Y LA LLEGADA DE LAS REFLEXIONES NO EXCEDA DE LOS 50MS (SENSIBILIDAD DEL OÍDO HUMANO), PORQUE EN CASO CONTRARIO APARECERÍA EL ECO.

POR TODO LO EXPUESTO, ES COMPENSIBLE QUE DENTRO DEL ESTUDIO DE LA ACÚSTICA EN LA EDIFICACIÓN, DEBA DEDICARSE UN TRATAMIENTO ESPECIAL A SUS DOS CONCEPTOS PRINCIPALES: EL AISLAMIENTO Y EL ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO, PREVIO CONOCIMIENTO DEL COMPORTAMIENTO Y ESTRUCTURA DE LOS DIFERENTES GRUPOS DE MATERIALES POROSOS Y ABSORBENTES, QUE NECESITAREMOS CONOCER PARA DAR SOLUCIÓN A LAS DIFERENTES NECESIDADES QUE SE NOS PLANTEEN A LA HORA DE REALIZAR UN ESTUDIO DE ACÚSTICA ARQUITECTÓNICA DE CUALQUIER LOCAL.

CUANDO UNA ONDA ACÚSTICA INCIDE SOBRE UNA SUPERFICIE, SE PUEDEN PRODUCIR DIFERENTES FENÓMENOS FÍSICOS QUE AFECTAN A LA PROPAGACIÓN DEL SONIDO, TANTO FUERA COMO DENTRO DE LOS RECINTOS.



CONSIDERAMOS UNA ONDA INCIDENTE CON SU ENERGÍA E_i VA DEL MEDIO 1 AL MEDIO 2. AL LLEGAR AL LÍMITE, PARTE DE LA ENERGÍA SONORA SE REFLEJA MEDIANTE UNA ONDA REFLEJADA Y SU ENERGÍA E_r , OTRA PARTE SE TRANSMITE AL MEDIO 3 MEDIANTE UNA ONDA TRANSMITIDA Y SU ENERGÍA E_t Y OTRA SE ABSORBE POR EL PROPIO MATERIAL QUE TRASPASA E_a .

UN BUEN ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO EXIGE QUE LA ENERGÍA REFLEJADA SEA MÍNIMA, CON LO CUAL, LA CALIDAD DE UN TRATAMIENTO ACÚSTICO DE UN RECINTO VENDRÁ DETERMINADA POR LA CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DE LOS MATERIALES QUE RECUBREN SUS SUPERFICIES.

ENTENDEMOS POR ABSORCIÓN EL FENÓMENO FÍSICO QUE DEPENDE DE MÚLTIPLES FACTORES COMO LA TEMPERATURA, PRESIÓN ATMOSFÉRICA, HUMEDAD Y LAS CONDICIONES DEL ENTORNO. LA ABSORCIÓN DE ENERGÍA POR PARTE DE UNA SUPERFICIE DE UN OBJETO CUALQUIERA SE EXPRESA A TRAVÉS DEL COEFICIENTE DE ABSORCIÓN, DEFINIDO COMO EL COCIENTE ENTRE LA ENERGÍA ACÚSTICA ABSORBIDA Y LA ENERGÍA ACÚSTICA INCIDENTE.

$$\alpha_i = \frac{E_{\text{absorbida}}}{E_{\text{incidente}}}$$

SUS VALORES SE DETERMINAN EXPERIMENTALMENTE Y SE DAN PARA FRECUENCIAS CENTRALES (125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 Hz). LA ABSORCIÓN EQUIVALENTE [M² SABINE] DE UNA SUPERFICIE DEPENDE DEL COEFICIENTE DE ABSORCIÓN DEL MATERIAL Y DEL ÁREA EXPUESTA AL SONIDO.

$$A = \alpha \cdot S$$

LA ABSORCIÓN TOTAL DE UN RECINTO ES LA SUMA DE LAS ABSORCIONES DE SUS SUPERFICIES Y DE LOS OBJETOS CONTENIDOS EN ÉL.

$$A_{\text{tot}} = \sum \alpha \cdot S$$

1.4.-PARÁMETROS DE CALIDAD ACÚSTICA.

EL OBJETIVO DEL ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO DE UN LOCAL ES CONSEGUIR UN GRADO DE DIFUSIÓN ACÚSTICA UNIFORME EN TODOS LOS PUNTOS DEL MISMO. CON ELLO SE PRETENDE MEJORAR LAS CONDICIONES ACÚSTICAS DE SONORIDAD AUMENTANDO EL CONFORT ACÚSTICO INTERNO DEL LOCAL.

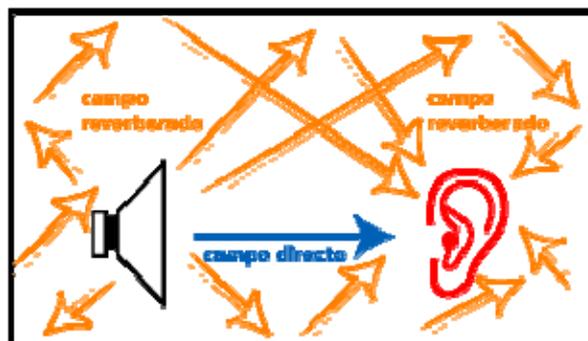
FUE ESTUDIADO POR PRIMERA VEZ POR EL PROFESOR W.C. SABINE EN 1895 Y SU APORTACIÓN PUEDE RESUMIRSE EN:

- LAS PROPIEDADES ACÚSTICAS DE UN LOCAL ESTÁN DETERMINADAS POR LA PROPORCIÓN DE ENERGÍA SONORA ABSORBIDA POR PAREDES, TECHOS, SUELOS Y OBJETOS.
- LA PROPORCIÓN DE SONIDO ABSORBIDO ESTÁ LIGADO AL TIEMPO QUE UN SONIDO EMITIDO EN EL LOCAL DESAPAREZCA DESPUÉS DE SUPRIMIR EL FOCO SONORO (REVERBERACIÓN).

PARA EL ESTUDIO DEL ACONDICIONAMIENTO SONORO DE UN RECINTO DEBEMOS TENER CLAROS, LOS SIGUIENTES CONCEPTOS:

Campo sonoro: El sonido producido por una fuente sonora dentro de un recinto incide sobre las superficies límites del mismo, reflejándose una parte, tendiendo estas reflexiones a aumentar el nivel de presión acústica en el recinto. El campo sonoro dentro del recinto está formado por dos partes:

- Sonido directo**: que va desde la fuente al observador, siendo el mismo que tenemos bajo las condiciones de campo libre.
- **Campo sonoro reverberante**: sonidos reflejados que van desde la fuente al receptor después de una o más reflexiones en las superficies.



Fenómenos de los que depende:

LA ACÚSTICA DE UN LOCAL DEPENDE DE LOS SIGUIENTES FACTORES: REFLEXIÓN (ONDAS ESTACIONARIAS), TIEMPO DE REVERBERACIÓN ADECUADO AL USO Y TAMAÑO DE LA SALA (VOLUMEN), BALANCE ADECUADO ENTRE SONIDO DIRECTO Y REVERBERANTE, INTIMIDAD Y BUENA DIFUSIÓN DEL SONIDO EN LA SALA PARA OBTENER UN SONIDO UNIFORME.

LA BUENA ACÚSTICA NECESITA DE UN BALANCE ADECUADO ENTRE EL SONIDO DIRECTO Y EL CAMPO SONORO REVERBERANTE. PUESTO QUE LA INTENSIDAD DEL SONIDO DIRECTO DECRECE CON EL CUADRADO DE LA DISTANCIA A LA FUENTE, ES IMPOSIBLE TENER UNA RELACIÓN CONSTANTE A TRAVÉS DE TODO EL RECINTO.

Reflexión. Ondas estacionarias (o modos de la sala).

Son producidas por una onda y su onda reflejada sobre un mismo eje. Dependiendo cómo coincidan las fases de la onda incidente y de la reflejada, se producirán modificaciones en el sonido (aumenta la amplitud o disminuye), por lo que el sonido resultante puede resultar desagradable.

La intimidad.

Es una cualidad que depende de la recepción de las primeras reflexiones. Estas, deben ser numerosas y estar distribuidas uniformemente en el tiempo. Aquellas reflexiones que lleguen al oído dentro de los 50 ms después del sonido directo producen un reforzamiento del sonido y en consecuencia una mejora del mismo.

Estos 50 ms corresponden a una diferencia entre el sonido directo y el reflejado de aproximadamente 15 metros por lo que se procurará que los caminos del sonido directo y reflejado no se diferencien más de 15 metros.

La uniformidad del sonido.

El campo sonoro reverberante debe difundirse rápidamente para que haya una mezcla adecuada y uniforme del sonido en todo el recinto. Una buena difusión se consigue con una colocación adecuada de los materiales absorbentes con objeto de conseguir la máxima dispersión sonora. La difusión del sonido se puede mejorar con la aportación de objetos varios como lámparas, muebles, etc...

Un buen acondicionamiento acústico exige que la energía reflejada sea mínima, con lo cual, la calidad de un tratamiento acústico de un local vendrá determinada por la capacidad de absorción de los materiales que recubren sus superficies límites. Son de uso general materiales altamente porosos, de estructura granular o fibrosa.

La reverberación y el eco.

Es un fenómeno derivado de la reflexión del sonido consistente en una ligera prolongación del sonido aún después de interrumpida la fuente inicial, debido a las ondas reflejadas. Y se produce cuando las ondas reflejadas llegan al oyente antes de la extinción de la onda directa, es decir en un tiempo menor que el de persistencia acústica.

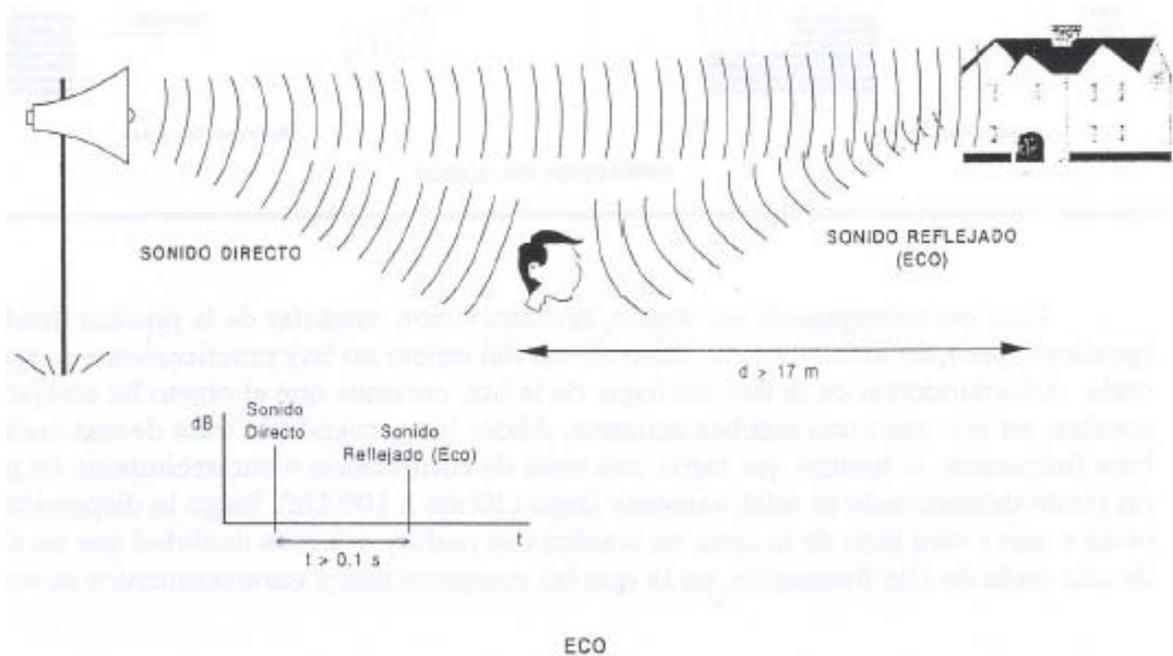
El eco deriva también de la reflexión y a diferencia de la reverberación consiste en una única reflexión que retorna al punto donde se encuentra la fuente (unos 10 ms o más) después de emitido el sonido. Se produce después de un tiempo t , relacionado con la distancia d a la superficie más próxima por:

$$t = \frac{2d}{c}$$

C = velocidad del sonido, 343 m/s

Factor 2 = referente al recorrido de ida/vuelta del sonido entre la fuente sonora y la superficie.

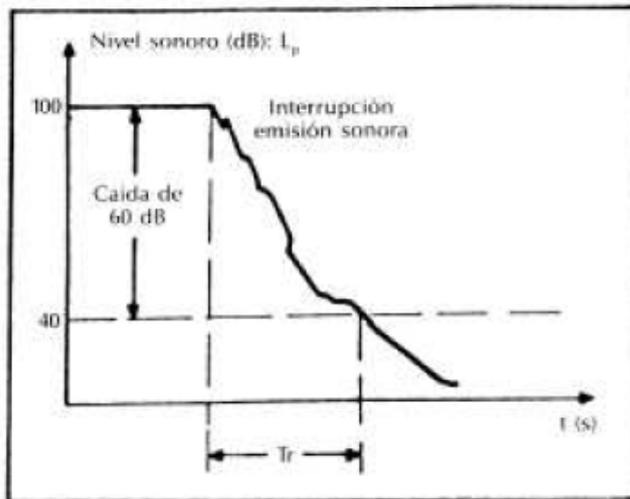
De esta fórmula se deduce que para tener un eco, la superficie más próxima debe estar a unos 17 m.



El tiempo de reverberación es el tiempo que transcurre en un determinado recinto, desde que se deja de emitir un determinado sonido, hasta que la intensidad o el nivel de presión sonora de ese sonido disminuya en 60 dB. Se utiliza esta referencia de 60 dB, porque con esta caída se tiene la sensación de que el sonido se ha extinguido completamente. En un recinto pequeño la reverberación puede resultar inapreciable, pero cuanto mayor es el recinto, mejor percibe el oído este retardo o ligera prolongación del sonido.

Se trata de uno de los principales parámetros indicadores de la calidad acústica de una sala, con el que se puede comparar y prever la respuesta de los locales ante sonidos generados en ellos. Su valor depende de numerosos factores: el coeficiente de absorción de los materiales que la componen, el volumen, superficie y el dimensionado de ésta entre otros.

En conclusión, este parámetro nos ayudará a medir cuánto tardará el proceso de extinción del sonido., dentro de un local o sala.



1.5 DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE REVERBERACIÓN Y LA ABSORCIÓN DE UN LOCAL

COMO HEMOS COMENTADO, EL TIEMPO DE REVERBERACIÓN DEPENDE DE LO ABSORBENTE QUE SEAN LAS SUPERFICIES DEL HABITÁCULO O SALA, DE MODO QUE SI LAS PAREDES SON MUY REFLECTORAS (REFLEJAN LA MAYOR PARTE DEL SONIDO, COMO EL HORMIGÓN, AZULEJO...), SE NECESITARÁ MÁS TIEMPO PARA EXTINGUIRSE EL SONIDO, IMPLICANDO UN TR MAYOR. SI POR EL CONTRARIO LOS MATERIALES SON MUY ABSORBENTES (CORTINAS, ALFOMBRAS...), EN CADA REFLEXIÓN TAMBIÉN SE ABSORBERÁ UNA PARTE ELEVADA DEL SONIDO, POR LO QUE CON MENOS TIEMPO (TR BAJA), EL SONIDO SERÁ PRÁCTICAMENTE INAUDIBLE.

SEGÚN EL FÍSICO AMERICANO WALLACE CLEMENT SABINE, NACIDO EN 1868 Y FUNDADOR DEL CAMPO DE LA ACÚSTICA ARQUITECTÓNICA, DEDUJO DESPUÉS DE MUCHOS ESTUDIOS QUE EL TIEMPO DE REVERBERACIÓN PODÍA CALCULARSE COMO:

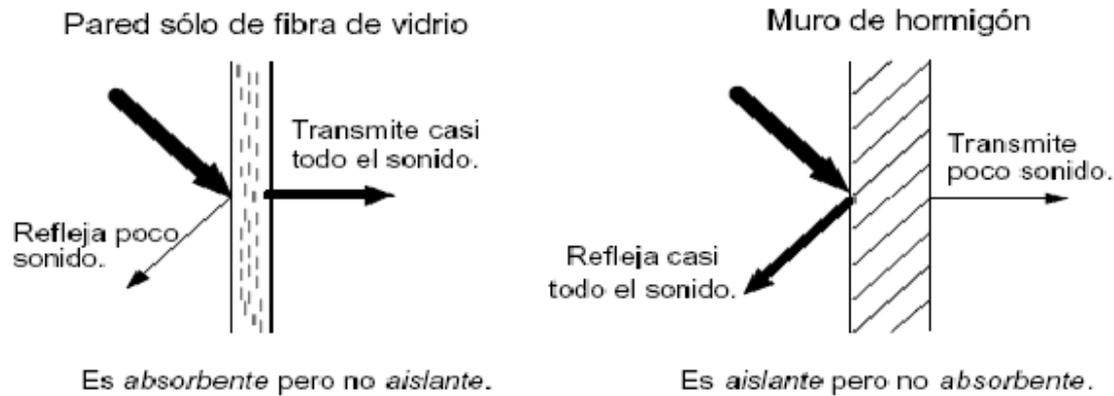
$$TR = \frac{0.161V}{A} = \frac{0.161V}{\alpha \cdot S}$$

V = VOLUMEN TOTAL DEL RECINTO (M3).

A = ÁREA DE ABSORCIÓN EQUIVALENTE (M2).

1.6 COMPORTAMIENTO DE LOS MATERIALES AISLANTES Y LOS ABSORBENTES

ES CASI IMPOSIBLE CONCEBIR EL ESTUDIO DE UN RECINTO, VIVIENDA, SALA DE MÚSICA, ETC..., SIN APLICAR LOS CONCEPTOS DE AISLAMIENTO Y ABSORCIÓN AL MISMO TIEMPO YA QUE SE MOSTRARÁ LA NECESIDAD Y LOS BENEFICIOS DE LA UTILIZACIÓN CONJUNTA DE LOS MATERIALES TANTO ABSORBENTES COMO AISLANTES CUANDO SE CONOCEN SUS PROPIEDADES, POR EJEMPLO:



EL SONIDO QUE PERCIBE UN OYENTE DENTRO DE UN RECINTO CERRADO, ES LA SUMA DEL SONIDO QUE PROVIENE DIRECTAMENTE DE LA FUENTE (CAMPO DIRECTO), MÁS EL QUE PROCEDE DE LAS REFLEXIONES PRODUCIDAS EN LOS CERRAMIENTOS DEL LOCAL (CAMPO SONORO REVERBERANTE).

POR ESTE MOTIVO, EL NIVEL DE RUIDO QUE GENERA UN FOCO EN EL INTERIOR DE UN RECINTO CERRADO, SE INCREMENTA RESPECTO AL NIVEL SONORO QUE PRODUCIRÁ EL MISMO FOCO EN EL EXTERIOR (CAMPO LIBRE), DE FORMA QUE LAS REFLEXIONES PROVOCAN UN INCREMENTO DEL NIVEL SONORO DENTRO DEL LOCAL DE HASTA UN 10% RESPECTO AL RUIDO DIRECTO EMITIDO POR EL FOCO.

AISLAR: CONSISTE EN ACTUAR SOBRE LA DIFERENCIA ENTRE EL NIVEL DE PRESIÓN SONORA EN EL EXTERIOR Y EN EL INTERIOR DE UN RECINTO.

ACONDICIONAR: CONSISTE EN ABSORBER LAS REFLEXIONES PRODUCIDAS POR EL FOCO EMISOR, AYUDANDO A REDUCIR EL NIVEL SONORO TOTAL Y A CONSEGUIR UNA MENOR TRANSMISIÓN DE RUIDO AL EXTERIOR, POR TANTO ES TAMBIÉN UN MODO INDIRECTO DE AISLAR.

LA REDUCCIÓN DEL NIVEL SONORO QUE SE PRODUCE AL APLICAR UN TRATAMIENTO ABSORBENTE (AL AUMENTAR SU ÁREA DE ABSORCIÓN TRAS INSTALAR UN TECHO ACÚSTICO, POR EJEMPLO), ES POSIBLE CALCULARLO DE LA SIGUIENTE MANERA:

$$\Delta L = 10 \log \frac{A_{final}}{A_{inicial}} = 10 \log \frac{T_{r_{inicial}}}{T_{r_{final}}} dB$$

DONDE:

AFINAL: ES EL ÁREA DE ABSORCIÓN DEL LOCAL UNA VEZ INSTALADOS LOS ELEMENTOS (M2).

AINICIAL: ÁREA DE ABSORCIÓN DEL LOCAL SIN ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO (M2).

TRINICIAL: Tº DE REVERBERACIÓN ANTES DE INSTALAR LOS MATERIALES ABSORBENTES (S).

TRFINAL: Tº DE REVERBERACIÓN DESPUÉS DE INSTALAR LOS MATERIALES ABSORBENTES (S).

1.7 MATERIALES Y SISTEMAS ABSORBENTES.

PARA EL AISLAMIENTO Y ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO EN EDIFICACIÓN, ES IMPORTANTE SABER DE QUÉ TIPO DE MATERIALES O SISTEMAS ABSORBENTES DISPONEMOS, QUE CARACTERÍSTICAS TIENEN, COMO SE COMPORTAN Y TAMBIÉN DE QUÉ MANERA SE DEBEN DISPONER EN OBRA (AUNQUE ESTO LO VEREMOS MÁS ADELANTE) SEGÚN QUÉ OBJETIVOS QUERAMOS ALCANZAR.

LOS MATERIALES ABSORBENTES, SE PUEDEN CLASIFICAR SEGÚN SU COMPORTAMIENTO Y ESTRUCTURA EN:

- ❖ MATERIALES ABSORBENTES POROSOS:
 - DE ESQUELETO RÍGIDO
 - DE ESQUELETO FLEXIBLE

- ❖ RESONADORES, EMPLEADOS PARA ABSORBER SELECTIVAMENTE DETERMINADAS FRECUENCIAS DEL SONIDO (NORMALMENTE LAS BAJAS):

- DE MEMBRANA O PLACA
- MÚLTIPLE DE CAVIDAD O DE HELMHOLTZ

- ❖ SISTEMA ABSORBENTE MIXTO. INSTALANDO UN MATERIAL POROSO EN LOS RESONADORES, COMBINACIÓN DE LOS ANTERIORES (CONSTITUYEN LA MAYOR PARTE DE LOS MATERIALES COMERCIALES).

DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO, CONVIENE DIFERENCIAR ENTRE LOS DE ESQUELETO RÍGIDO Y FLEXIBLE. EN LOS RÍGIDOS, EL COEFICIENTE DE ABSORCIÓN AUMENTA CON LA FRECUENCIA, MIENTRAS QUE LOS FLEXIBLES PRESENTAN RESONANCIAS DE ABSORCIÓN A FRECUENCIAS BAJAS Y MEDIAS.

❖ ABSORCIÓN POR POROSIDAD, MATERIALES ABSORBENTES.

EL MECANISMO DE ABSORCIÓN QUE UTILIZAN, SE BASA EN SU ESTRUCTURA INTERNA, QUE ESTÁ COMPUESTA POR UNA GRAN CANTIDAD DE INTERSTICIOS O POROS COMUNICADOS ENTRE SÍ. DE FORMA QUE AL INCIDIR UNA ONDA ACÚSTICA SOBRE LA SUPERFICIE DEL MATERIAL, UNA GRAN PARTE DE LA MISMA PENETRA POR LOS INTERSTICIOS PROVOCANDO UNA VIBRACIÓN A LAS FIBRAS DE MANERA QUE LA ENERGÍA ACÚSTICA SE TRANSFORMA EN PARTE, EN ENERGÍA CINÉTICA. Y POR OTRO LADO, EL AIRE QUE OCUPA LOS POROS ENTRA EN MOVIMIENTO PRODUCIÉNDOSE UNAS PÉRDIDAS DE ENERGÍA ACÚSTICA POR EL ROZAMIENTO DE LAS PARTÍCULAS CON EL ESQUELETO, QUE SE TRANSFORMA EN CALOR. ALGUNOS EJEMPLOS SON MATERIALES TEXTILES, TERCIOPELO, MOQUETAS, ESPUMAS, LANA DE ROCA, FIBRA DE VIDRIO, PANELES ACÚSTICOS, ETC. ESTE TIPO DE ABSORBENTES ES MÁS EFECTIVO EN FRECUENCIAS ALTAS A PARTIR DE 1000Hz. SE PUEDE MEJORAR SU ABSORCIÓN EN BAJAS FRECUENCIAS AUMENTANDO EL ESPESOR, PERO SOLO HASTA CIERTO VALOR.



❖ ABSORCIÓN POR CAVIDAD, RESONADORES HELMHOLTZ.

LOS ABSORBENTES POR CAVIDAD CONSTAN DE UN ESPACIO CON UNA APERTURA PEQUEÑA. EL AIRE EN LA APERTURA OSCILA SOBRE EL COJÍN ELÁSTICO DEL AIRE CONTENIDO EN EL INTERIOR PERDIENDO ENERGÍA LA ONDA ACÚSTICA.

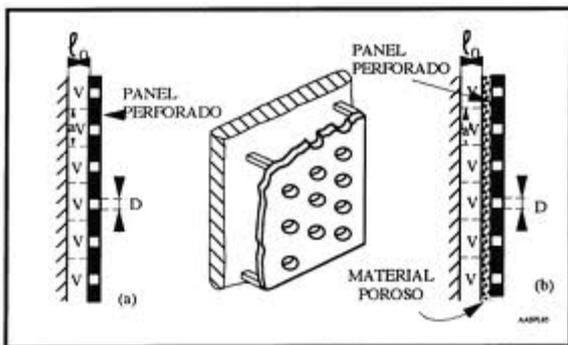


FIGURA . ABSORCIÓN POR CAVIDAD

EN EL CASO DE LOS PANELES PERFORADOS, EL AIRE CONTENIDO EN LOS NUMEROSOS AGUJEROS DEL PANEL OSCILA DELANTE DEL VOLUMEN DE AIRE ENCERRADO ENTRE EL PANEL Y PARED O TECHO CREANDO UNA BATERÍA DE RESONADORES.

ESTOS SISTEMAS SE SINTONIZAN DE UNA MANERA QUE PODEMOS TENER DISTINTAS FRECUENCIAS DE RESONANCIA MUY CERCANAS AMPLIANDO DE ESTA MANERA LA BANDA DE ABSORCIÓN.

EFFECTIVO EN FRECUENCIAS BAJAS DE 125Hz, EL ABSORBENTE TRABAJA MÁS O MENOS COMO ABSORBENTE POROSO O UNA MEMBRANA DEPENDIENDO DE SU GRADO DE PERFORACIÓN.

LA APLICACIÓN MÁS COMÚN DE LOS RESONADORES HELMHOLTZ SON LOS FALSOS TECHOS O PAREDES HECHOS DE PANELES PERFORADOS METÁLICOS, DE MADERA O DE YESO.

❖ ABSORCIÓN POR MEMBRANA.

UNA MEMBRANA SE COMPONE DE PANELES CONTINUOS DE MATERIAL CON UNA CÁMARA DETRÁS, RELLENA DE AIRE O DE MATERIAL ABSORBENTE.

EL MECANISMO DE ABSORCIÓN ES LA TRANSFORMACIÓN DE LA ENERGÍA SONORA EN VIBRACIONES MECÁNICAS: LA MEMBRANA SE PONE EN MOVIMIENTO O VIBRACIÓN DEBIDO A LA ONDA ACÚSTICA INCIDENTE PRODUCIÉNDOSE UNA TRANSFORMACIÓN DE ENERGÍA ACÚSTICA A ENERGÍA MECÁNICA. LA CANTIDAD DE ENERGÍA ABSORBIDA DEPENDE DEL MOVIMIENTO DEL PANEL.

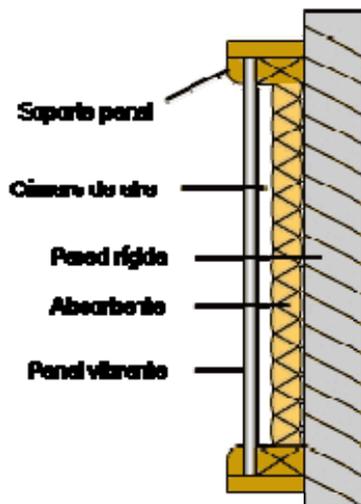


FIGURA 7. DISTANCIA ENTRE EL PANEL Y LA PARED RÍGIDA

LA FRECUENCIA DE RESONANCIA (MÁX. ABSORCIÓN) DEPENDE DE LA MASA DEL PANEL Y DE LA DISTANCIA ENTRE EL PANEL Y LA PARED RÍGIDA.

$$f_o = \frac{60}{\sqrt{m \times d}}$$

M: MASA EN KG.

D: DISTANCIA ENTRE EL PANEL Y LA PARED RÍGIDA.

ESTE MÉTODO ES MÁS EFECTIVO EN FAJAS FRECUENCIAS, ENTRE 40 Y 400 Hz., ACTUANDO COMO DIFUSORES, CON SU VIBRACIÓN, EN AQUELLAS FRECUENCIAS DÓNDE NO ABSORBEN.

OTRO CONCEPTO DIFERENTE ES EL AISLAMIENTO ACÚSTICO, QUE ES LA CARACTERÍSTICA FÍSICA INTRÍNSECA DE UN MATERIAL, ELEMENTO O PARTICIÓN EN CUANTO A SU CAPACIDAD DE REDUCIR LA

TRANSMISIÓN DE LAS ONDAS SONORAS, AL INTERPONERSE EN SU PROPAGACIÓN ENTRE DOS MEDIOS O RECINTOS, SU OBJETIVO ES PROTEGER FRENTE A SONIDOS NO DESEADOS.

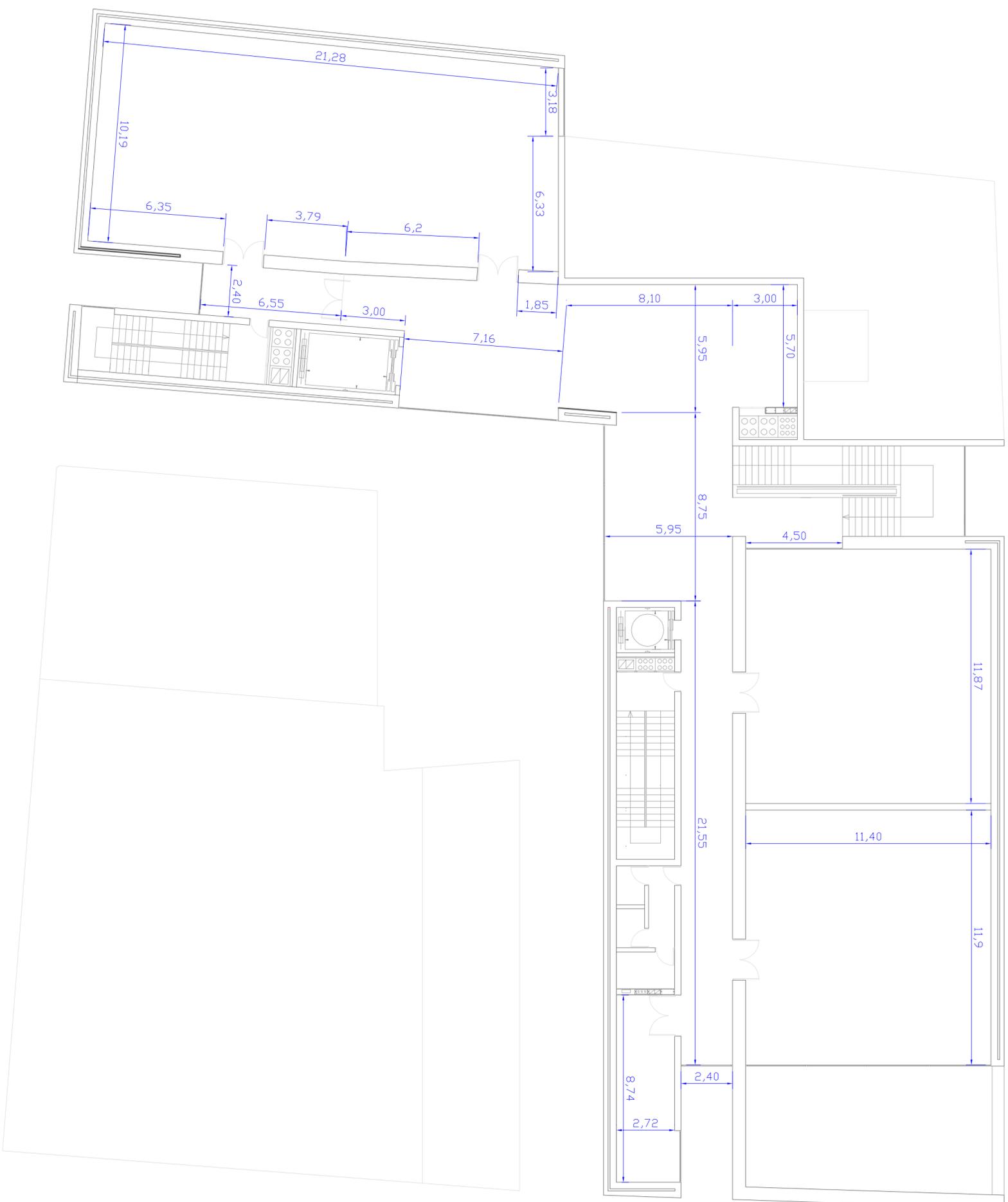
POR LO TANTO PARA TENER UN BUEN ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO, HAY QUE ENCONTRAR UN EQUILIBRIO ENTRE MATERIALES ABSORBENTES Y MATERIALES AISLANTES.

ANÁLISIS GEOMÉTRICO: ACOTACIÓN

SE ADJUNTAN LAS PLANTAS: PLANTA BAJA, PLANTA PRIMERA, PLANTA SEGUNDA, PLANTA TERCERA Y PLANTA SÓTANO; TODAS ELLAS ACOTADAS PARA VER LAS DIMENSIONES REALES DEL EDIFICIO.

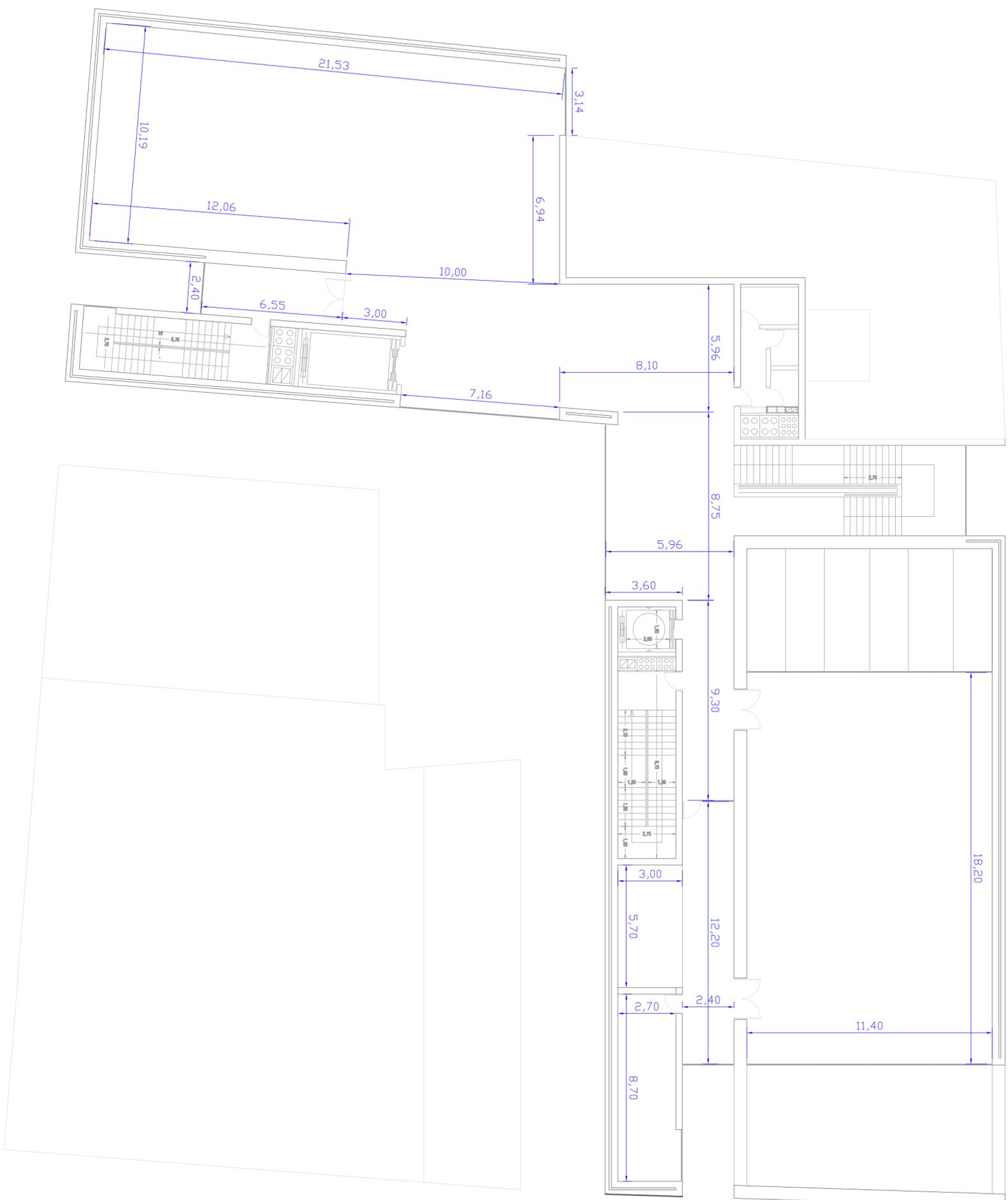
ESCALA: 1/150.

ACOTACIÓN



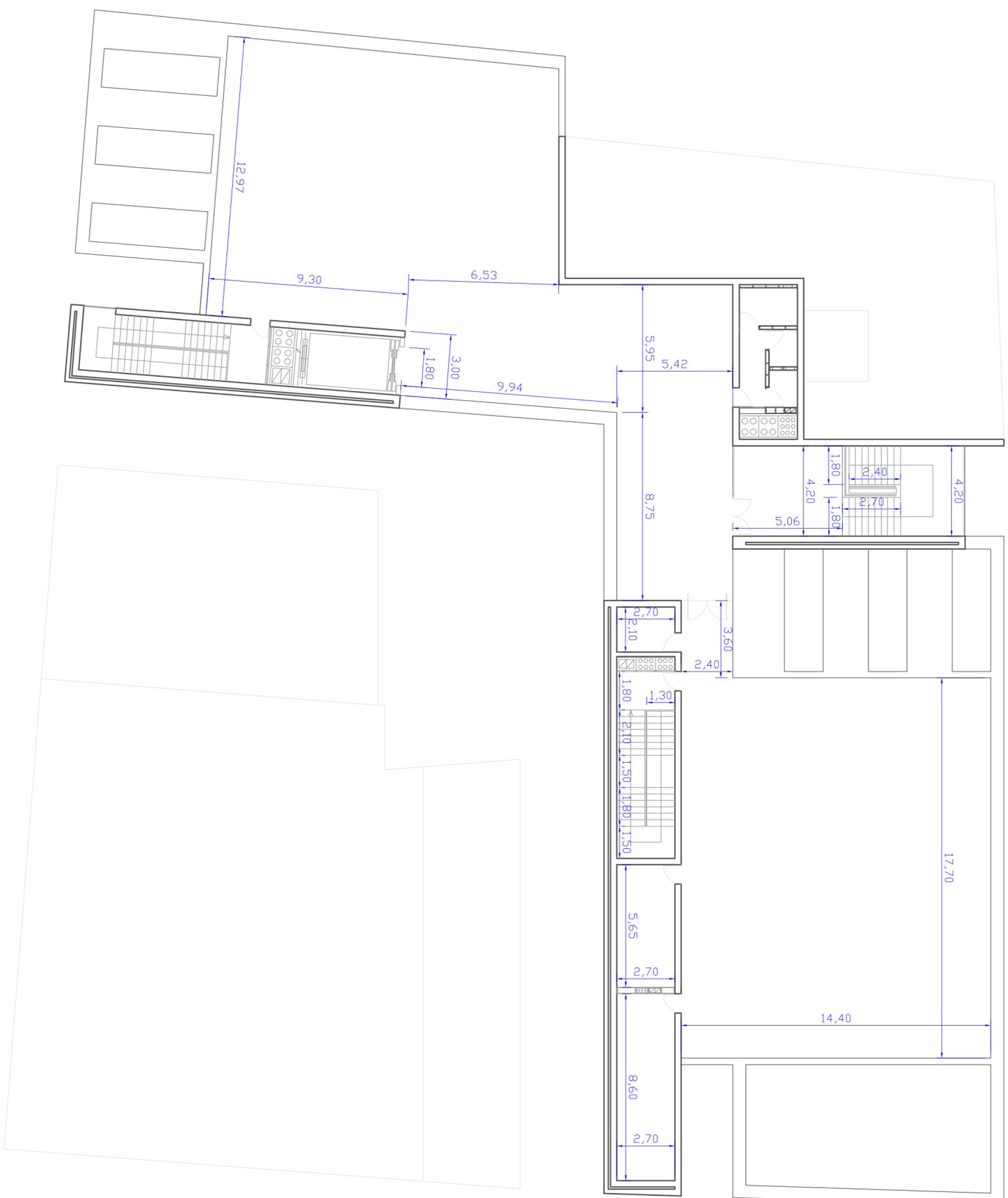
PLANTA 1ª escala: 1/150

ACOTACIÓN



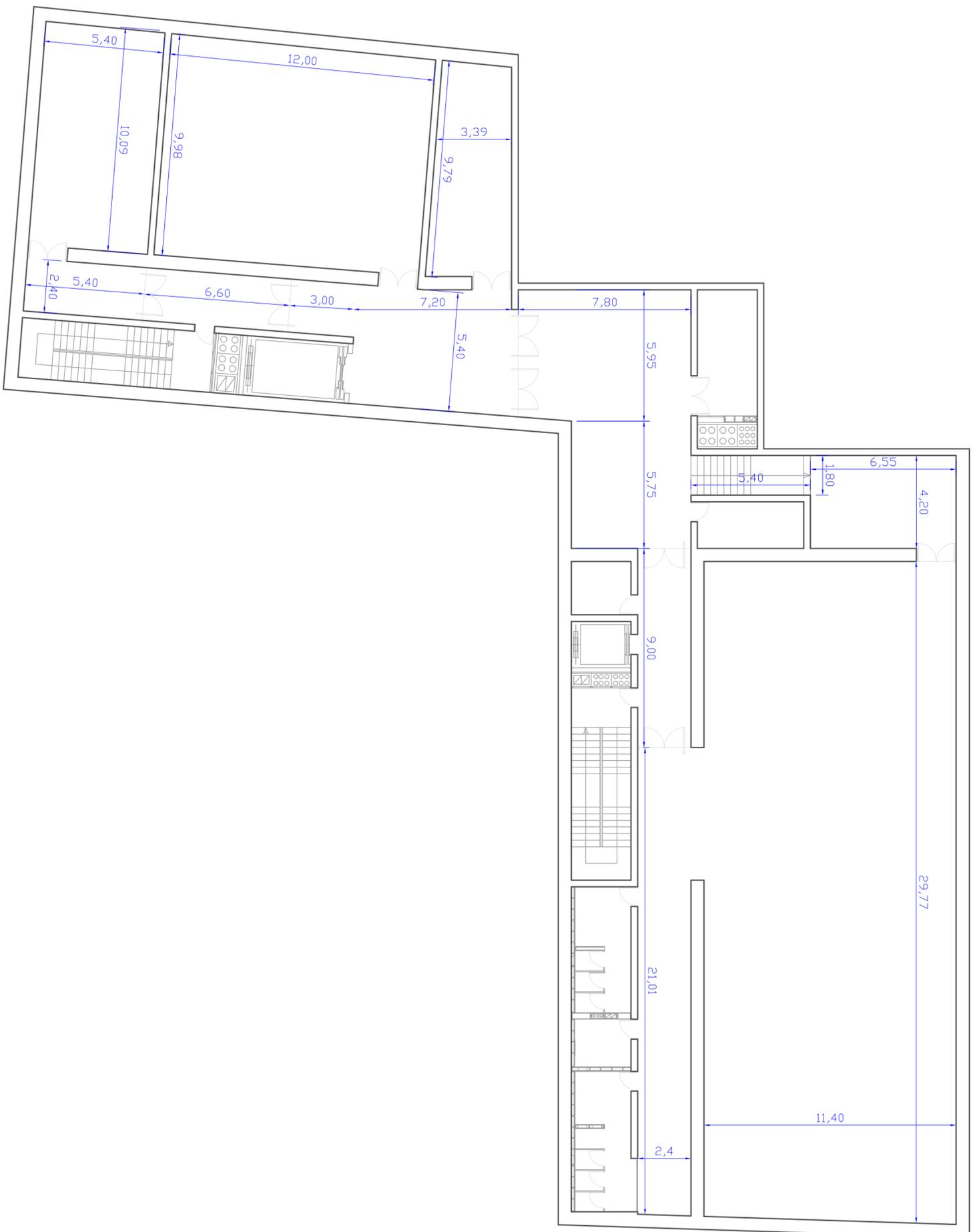
PLANTA SEGUNDA escala: 1/150

ACOTACIÓN



PLANTA TERCERA escala: 1/150

ACOTACIÓN



PLANTA SÓTANO escala: 1/150

ANÁLISIS GEOMÉTRICO: SUPERFICIES

SE ADJUNTAN LAS PLANTAS: PLANTA BAJA, PLANTA PRIMERA, PLANTA SEGUNDA, PLANTA TERCERA Y PLANTA SÓTANO; INDICANDO EN CADA UNO DE LOS RECINTOS LA SUPERFICIE QUE TIENE.

ESCALA: 1/150.



PLANTA BAJA escala: 1/150

SUPERFICIES



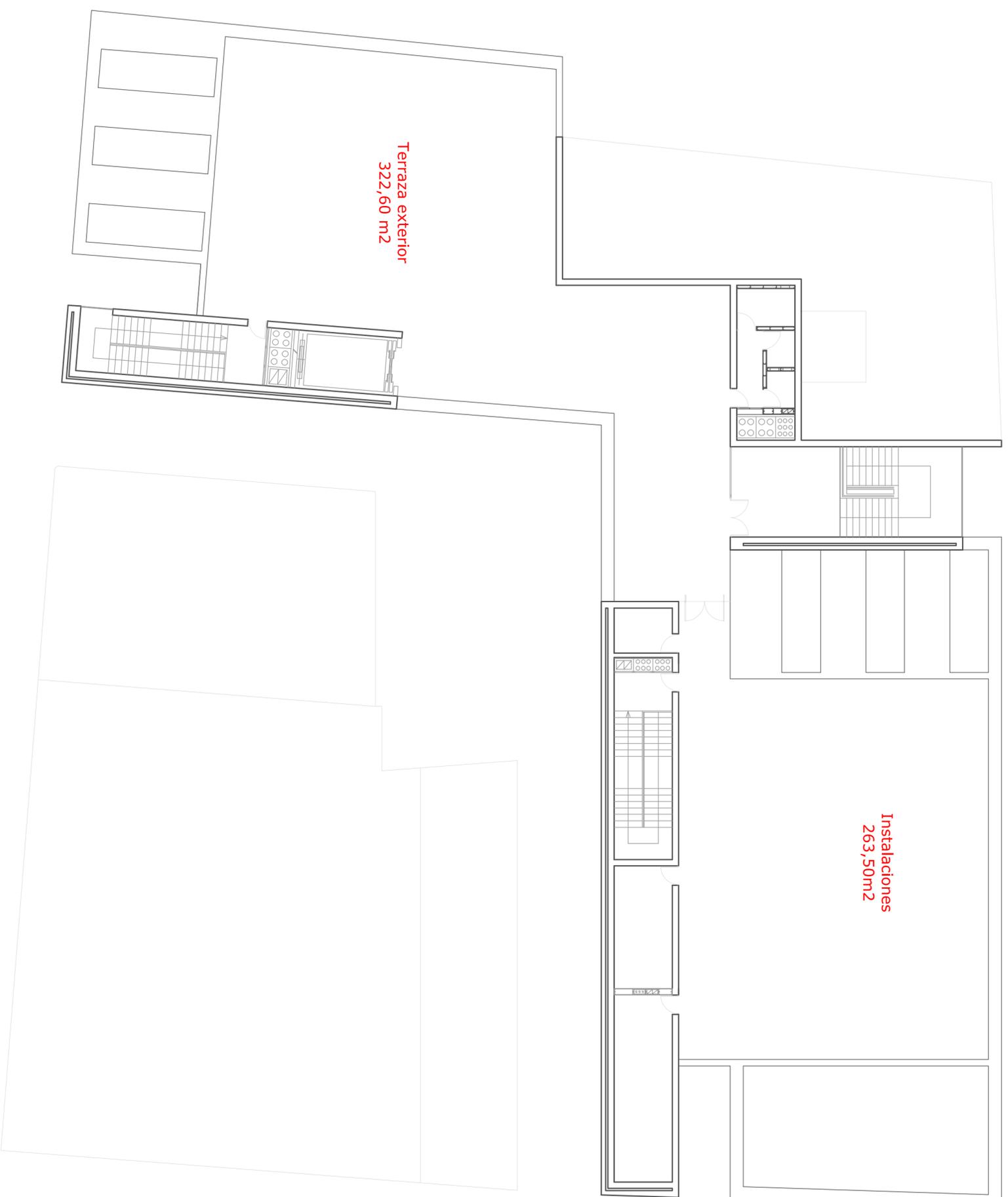
PLANTA 1ª escala: 1/150

SUPERFICIES



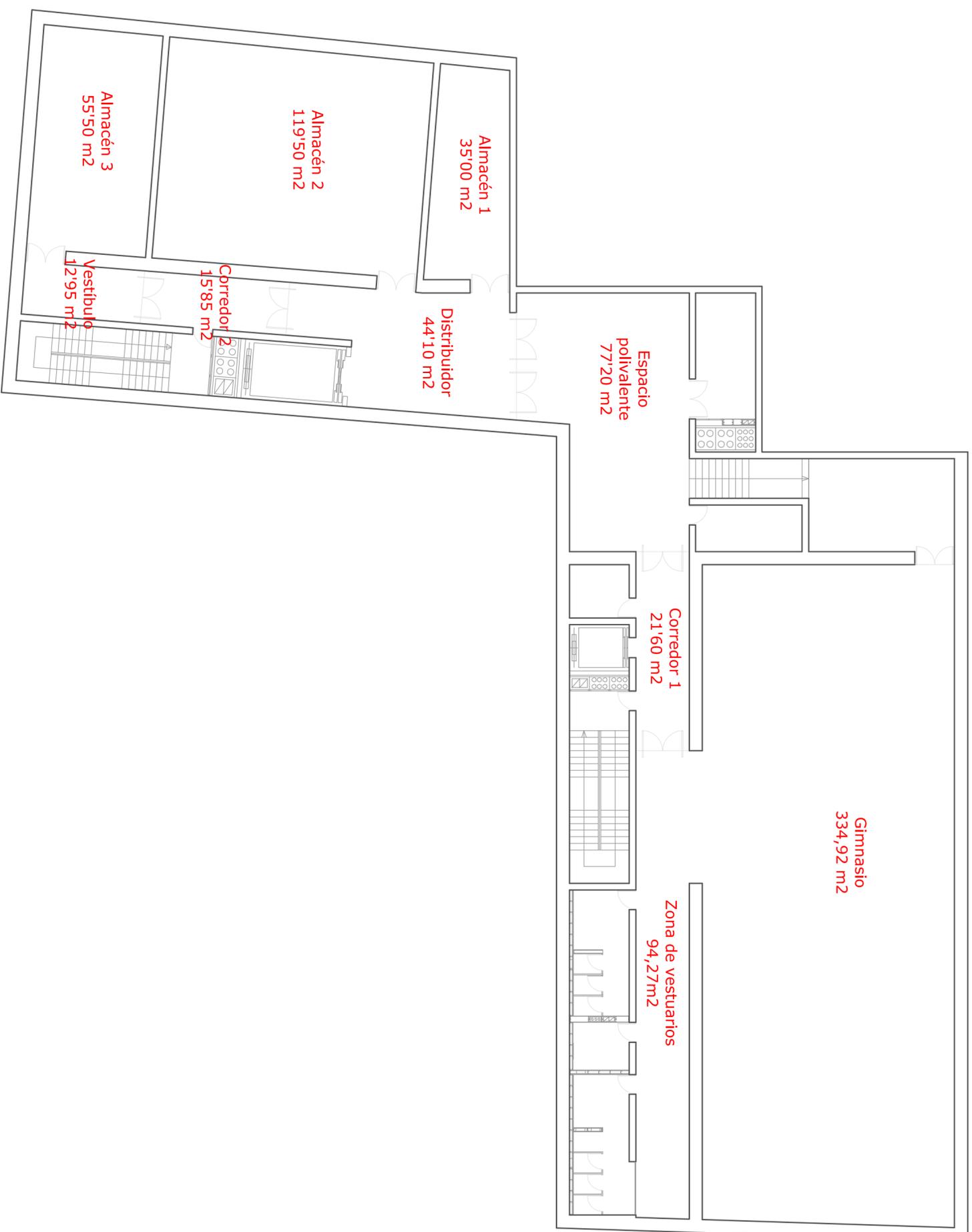
PLANTA SEGUNDA escala: 1/150

SUPERFICIES



PLANTA TERCERA escala: 1/150

SUPERFICIES



DEFINICIÓN DE ESPACIOS: USOS

SE ADJUNTAN LAS PLANTAS: PLANTA BAJA, PLANTA PRIMERA, PLANTA SEGUNDA, PLANTA TERCERA Y PLANTA SÓTANO; INDICANDO EN CADA UNO DE LOS RECINTOS EL USO QUE VA A TENER:

PLANTA BAJA: AUDITORIO, CAFETERÍA CON COCINA, ENTRADA PRINCIPAL, INFORMACIÓN, GUARDARROPÍA, BAÑOS (2), TRASTERO Y CORREDORES (2).

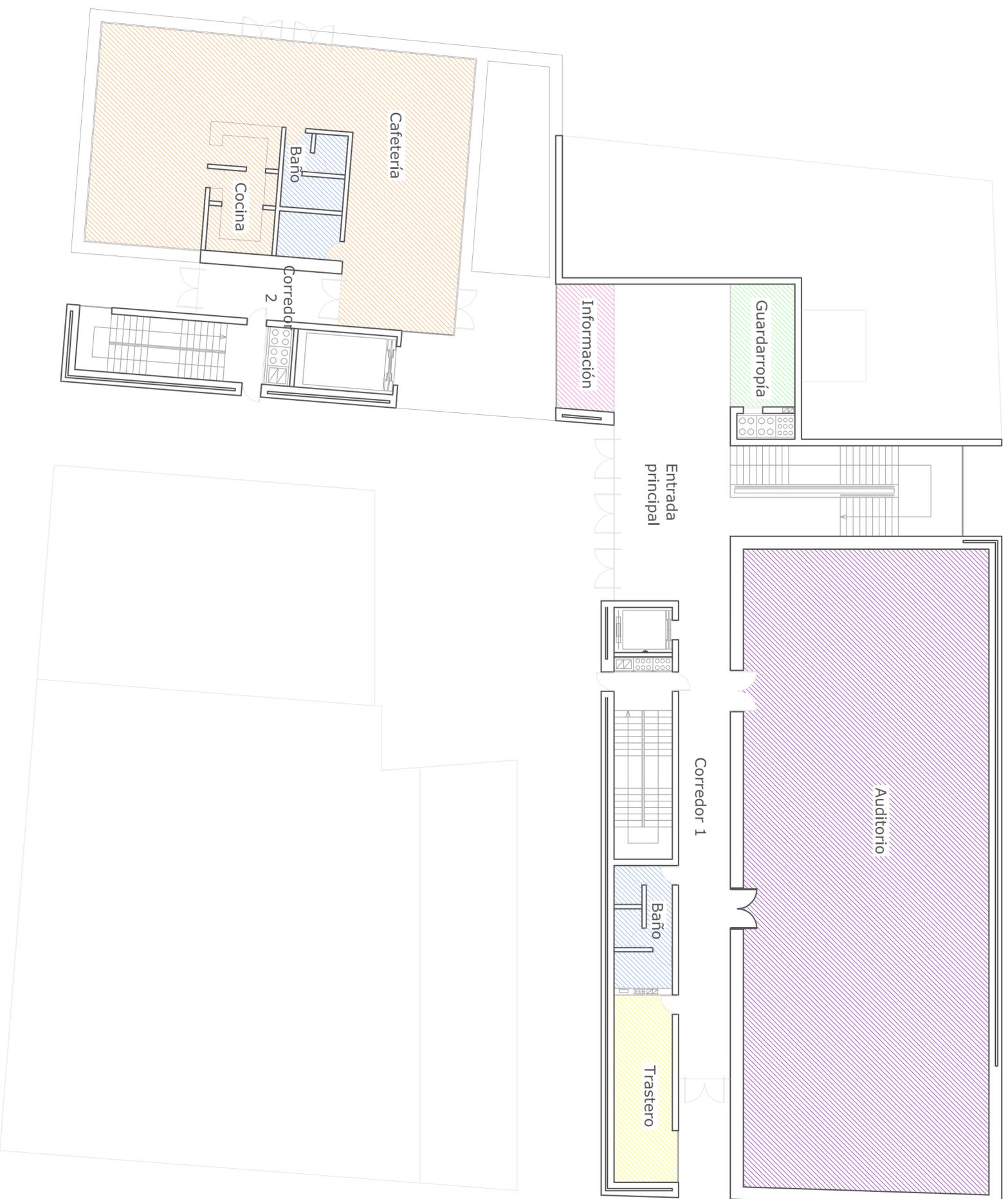
PLANTA PRIMERA: SALA DE TALLERES, SALA DE REUNIONES, SALA DE CONFERENCIAS, ESPACIO POLIVALENTE, ZONA DE CONSULTAS, BAÑOS Y CORREDORES (2).

PLANTA SEGUNDA: AULA INFORMÁTICA/MULTIMEDIA, SECRETARÍA, DIRECCIÓN, SALA DE EXPOSICIONES, ESPACIO POLIVALENTE, BAÑOS Y ZONA DE ESPERA.

PLANTA TERCERA: TERRAZA EXTERIOR Y ZONA PARA ALBERGAR LAS INSTALACIONES DE CLIMATIZACIÓN.

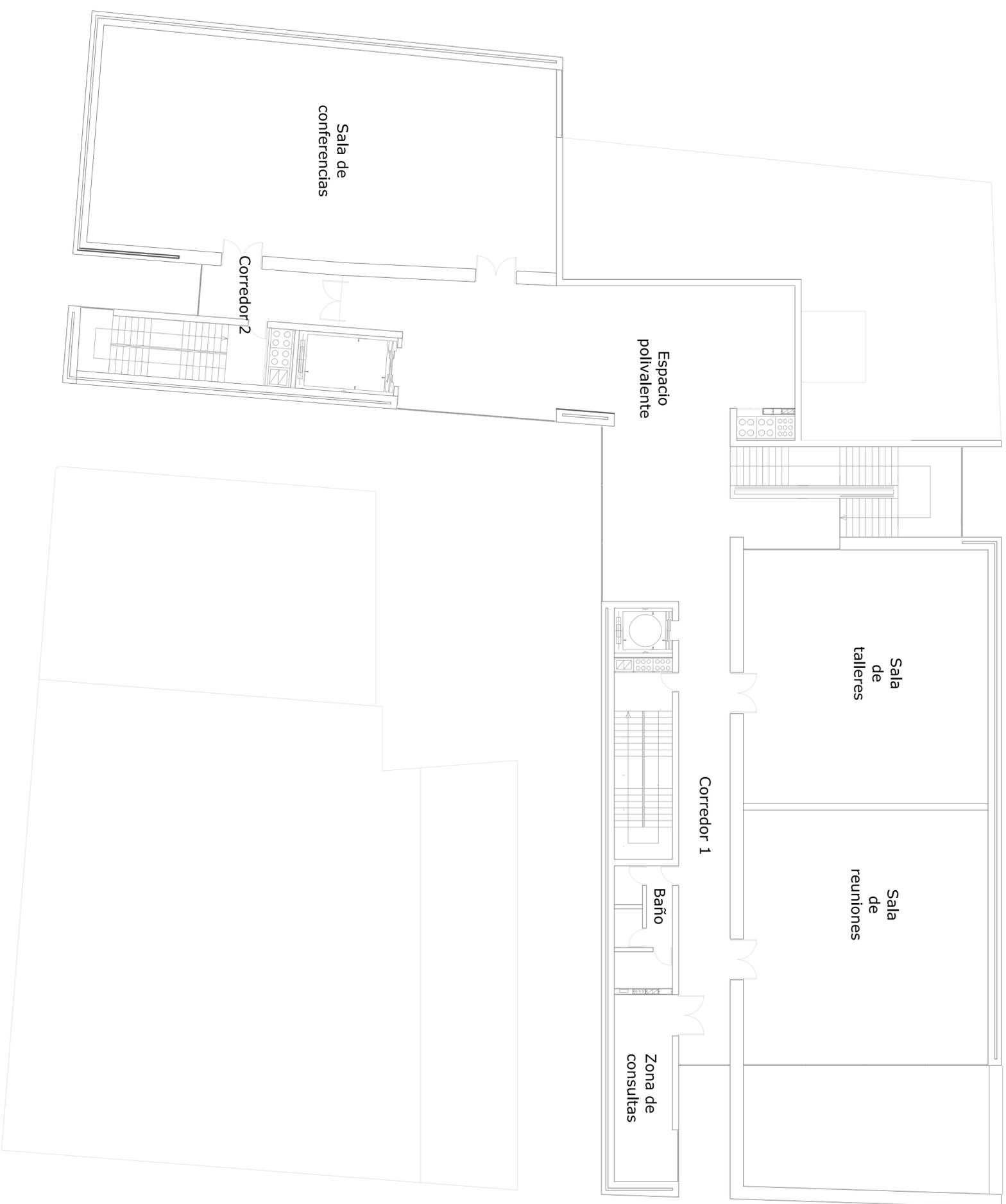
PLANTA SÓTANO: GIMNASIO, ZONA DE VESTUARIOS, DISTRIBUIDOR, VESTÍBULO, ESPACIO POLIVALENTE, ALMACENES (3) Y CORREDORES (2).

ESCALA: 1/150.



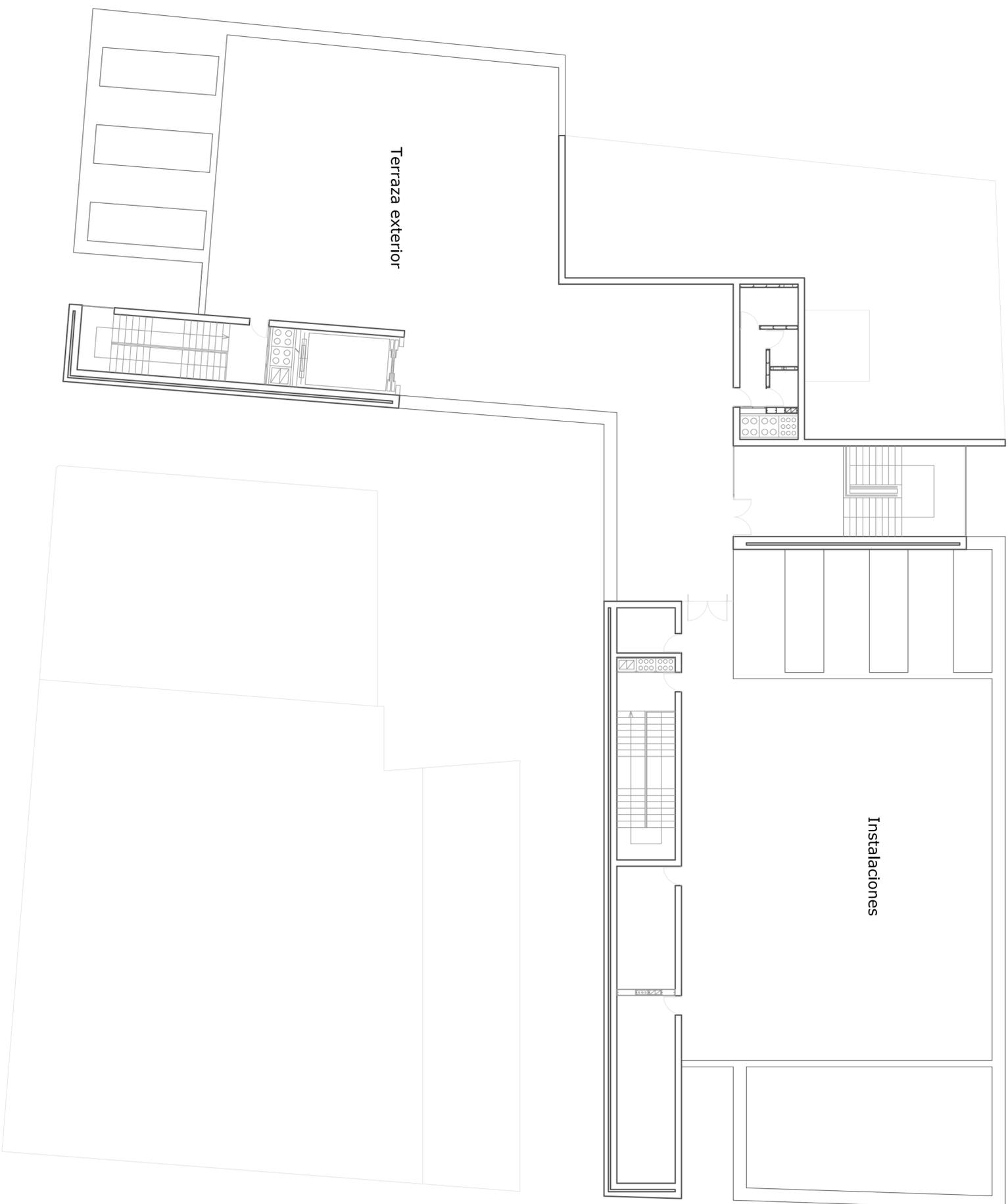
PLANTA BAJA escala: 1/150

USOS



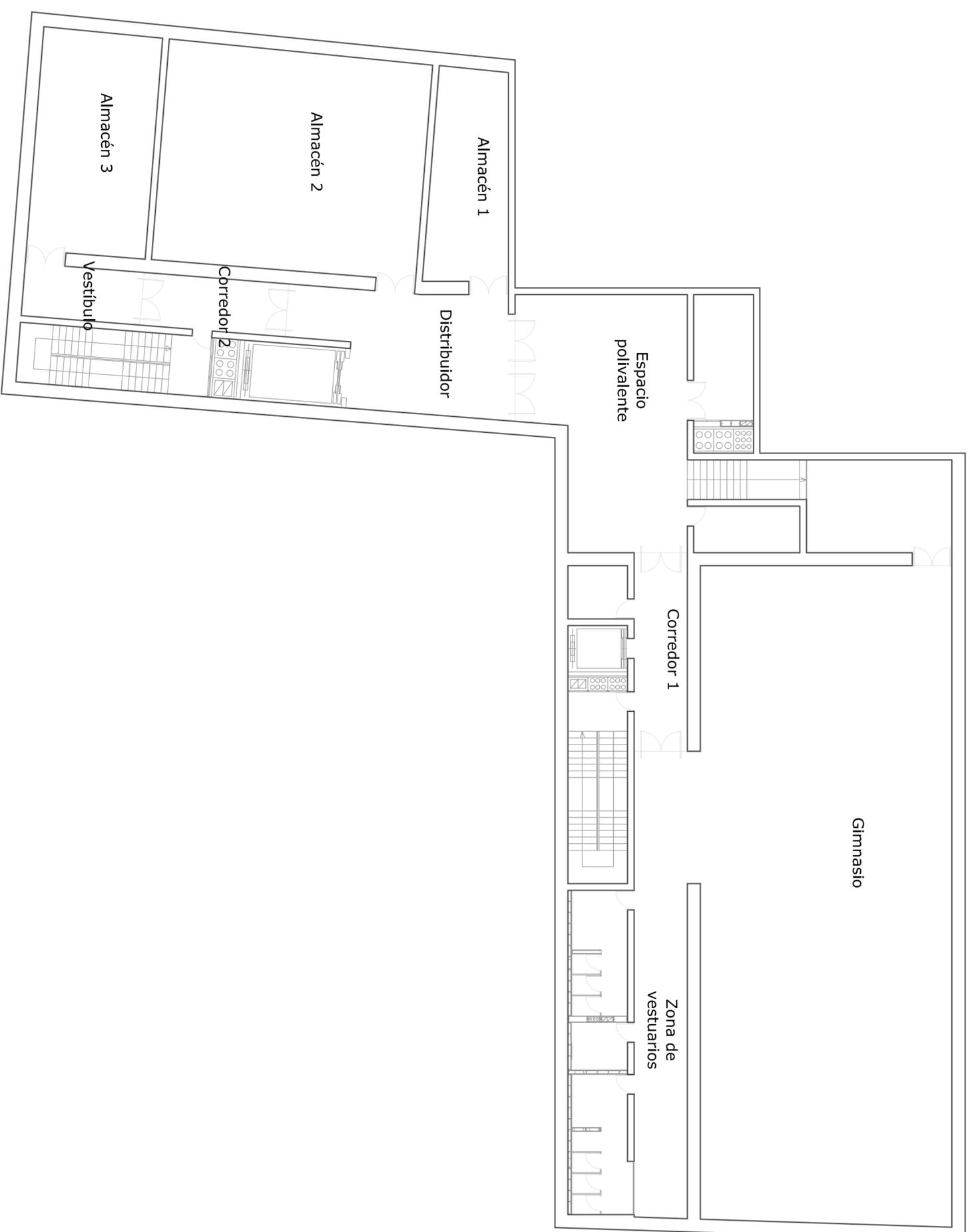
PLANTA 1ª escala: 1/150

USOS



PLANTA TERCERA escala: 1/150

USOS



PLANTA SÓTANO escala: 1/150

DEFINICIÓN DE ESPACIOS: DISTRIBUCIÓN

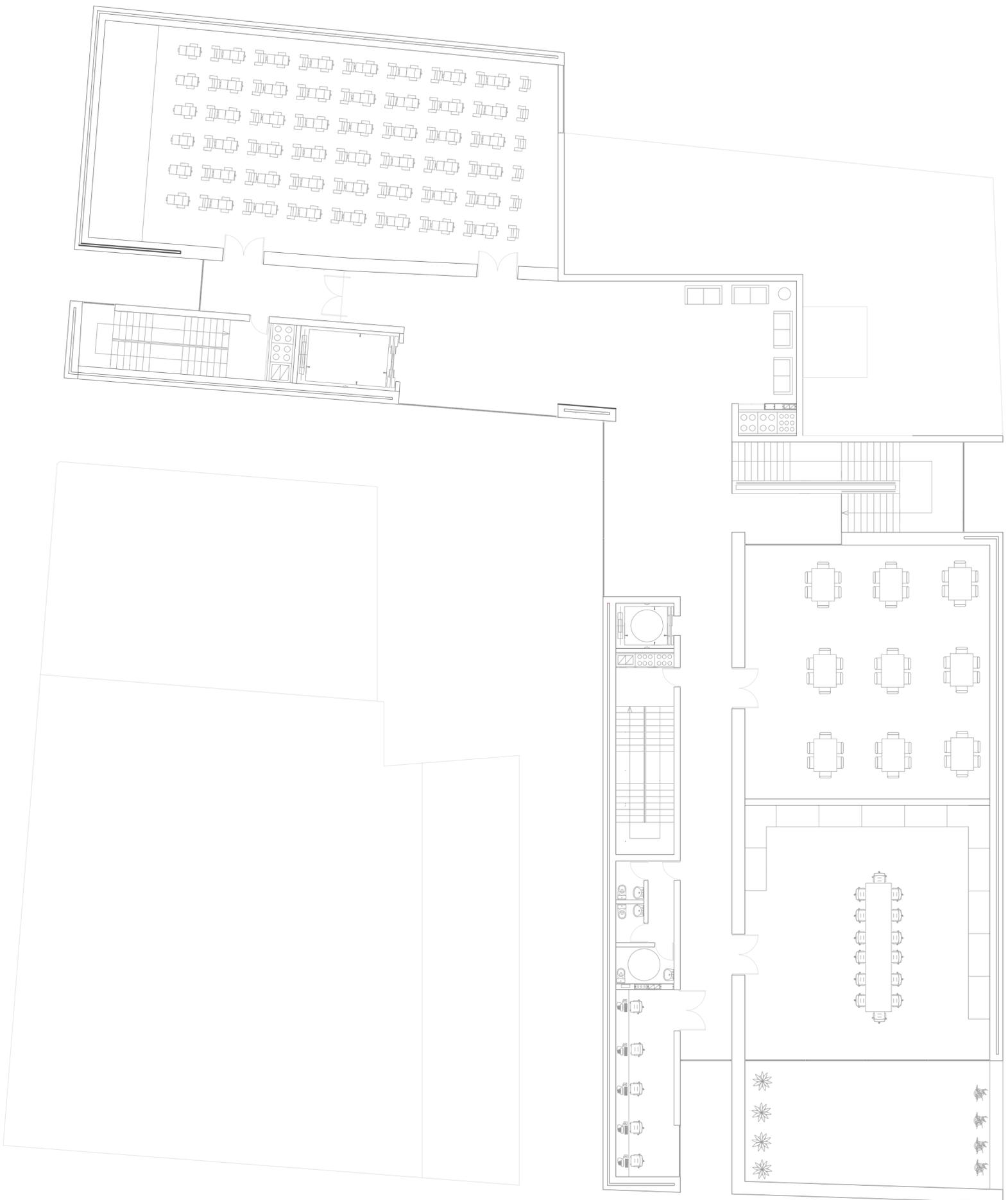
SE ADJUNTAN LAS PLANTAS: PLANTA BAJA, PLANTA PRIMERA, PLANTA SEGUNDA, PLANTA TERCERA Y PLANTA SÓTANO; INCLUYENDO LA DISTRIBUCIÓN PARA CADA UNA DE LAS SALAS, SEGÚN EL USO QUE LE HEMOS DADO.

ESCALA: 1/150.



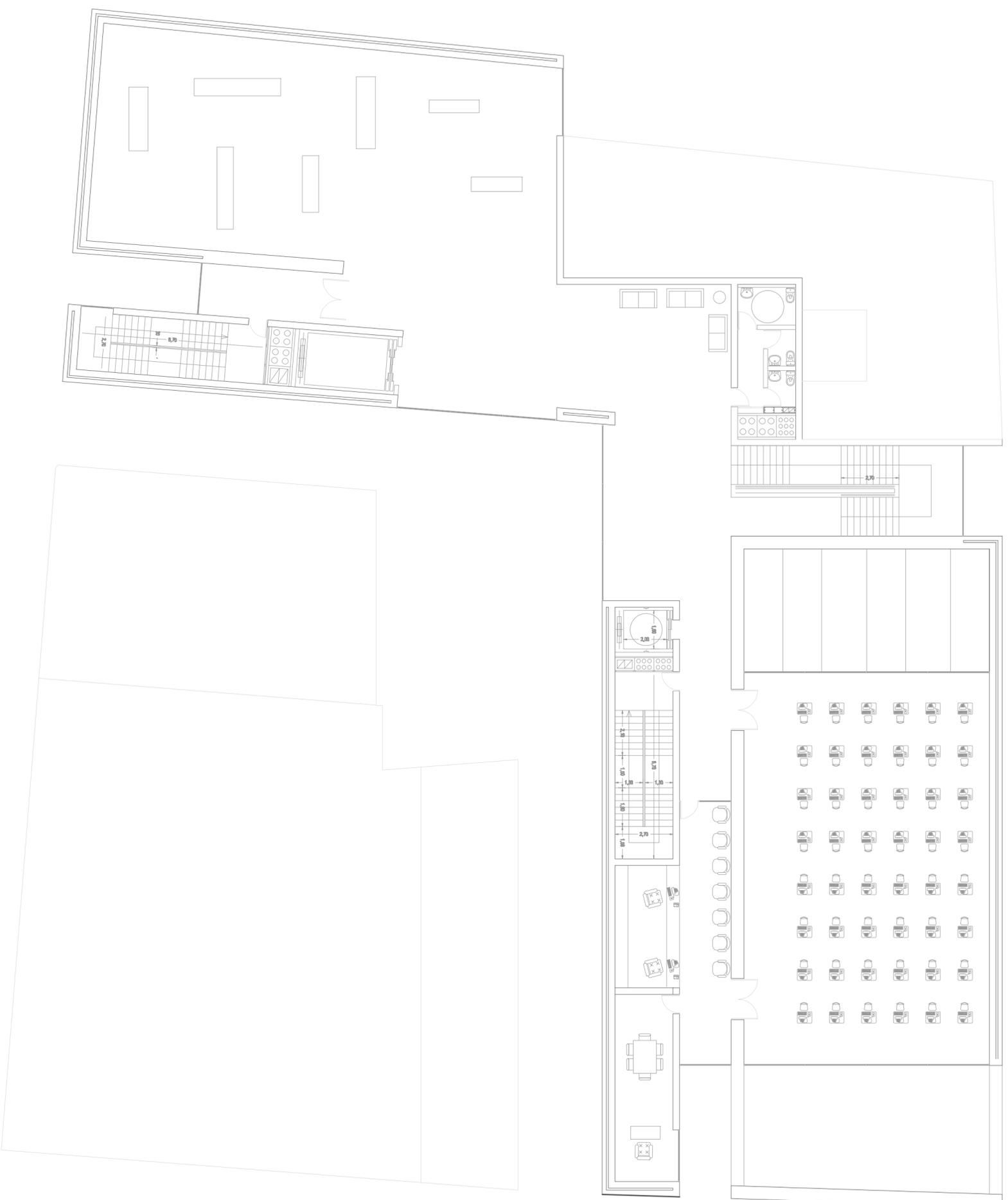
PLANTA BAJA escala: 1/150

DISTRIBUCIÓN



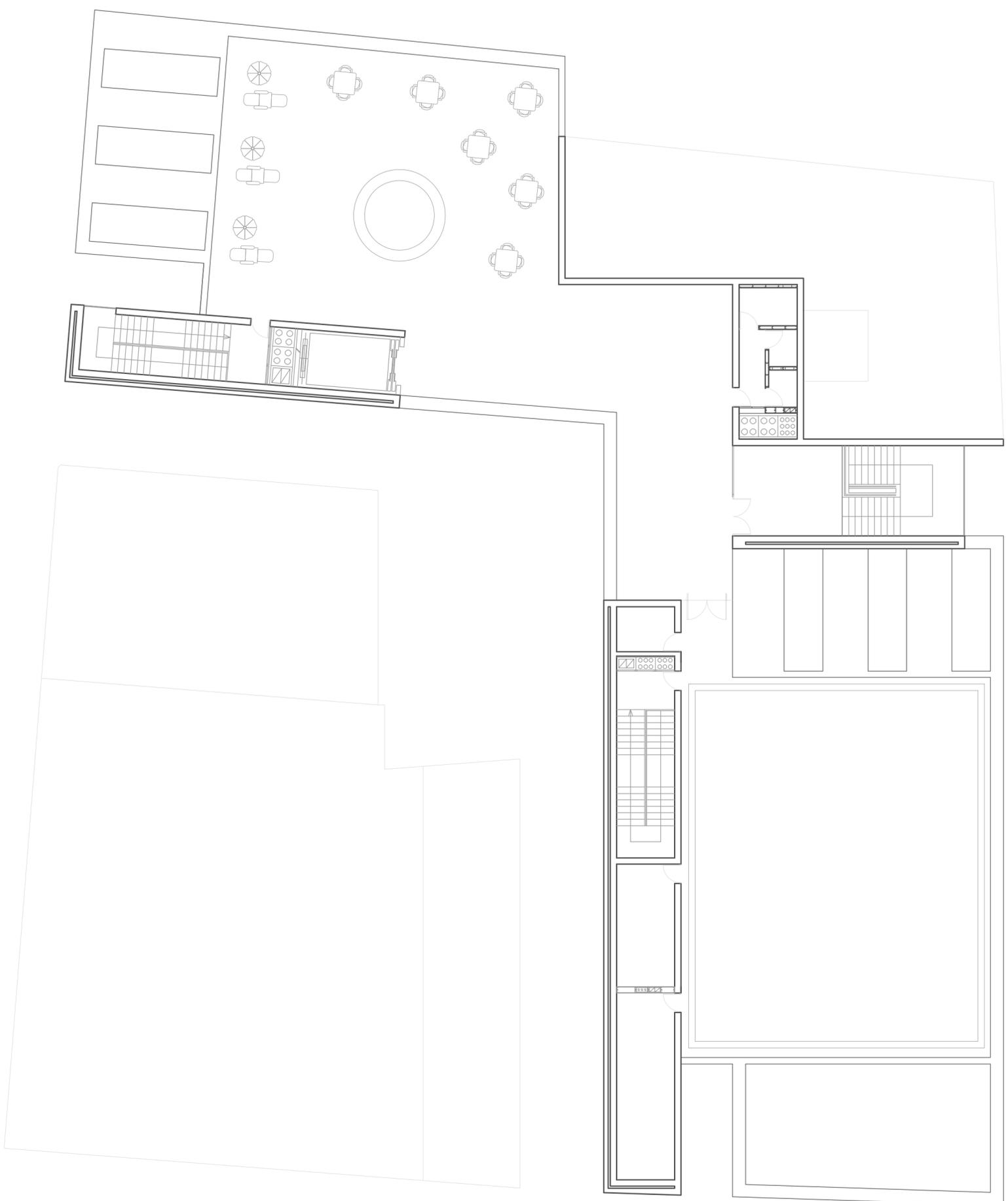
PLANTA 1ª escala: 1/150

DISTRIBUCIÓN

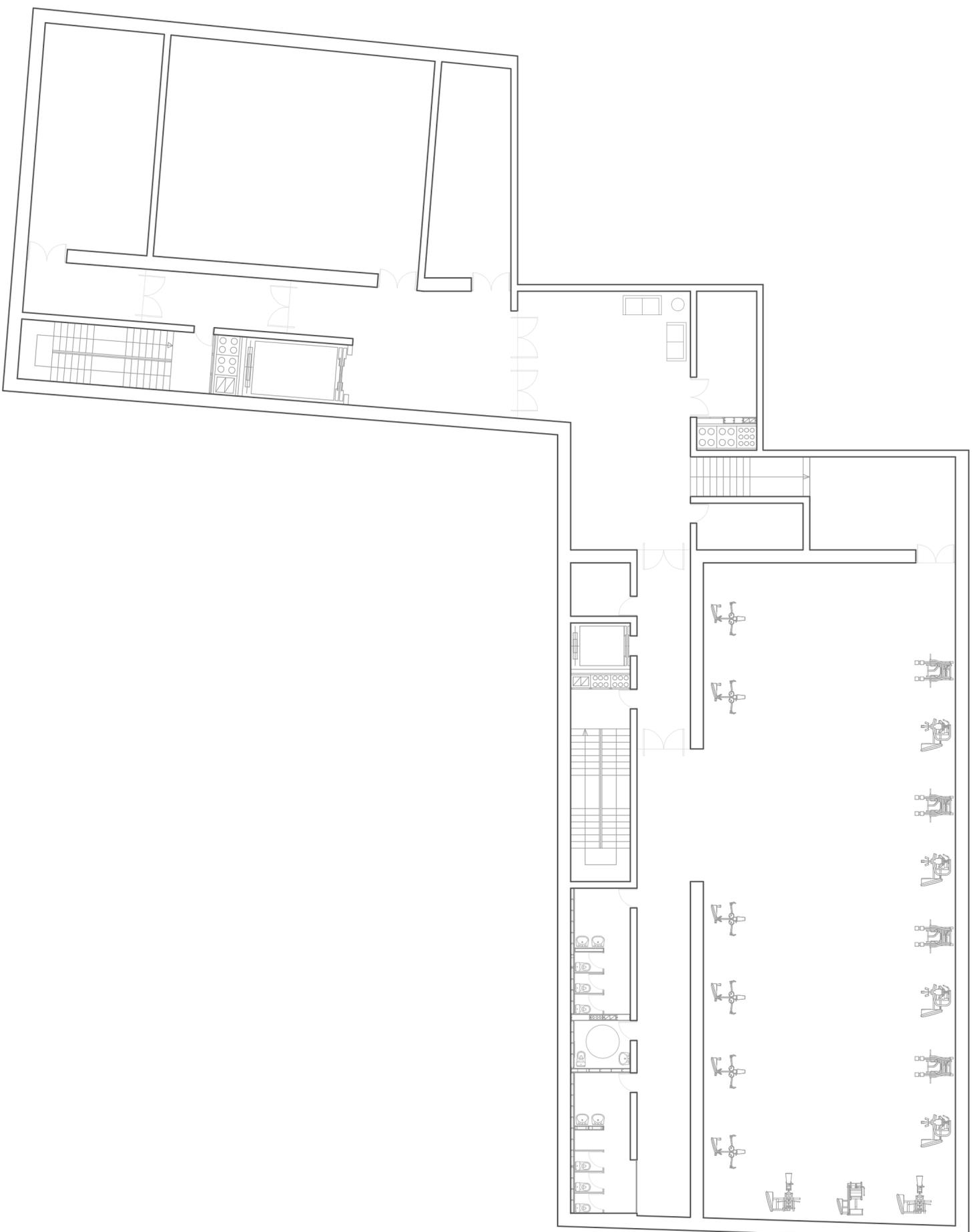


PLANTA SEGUNDA escala: 1/150

DISTRIBUCIÓN



PLANTA TERCERA escala: 1/150



ANÁLISIS ACÚSTICO

ESTADO ACTUAL

La sala está situada en la planta baja del edificio y tiene una superficie de $284'15\text{m}^2$, está destinada a sala multiusos, la entrada es por un hueco de $18'56\text{m}$ y en la parte posterior se encuentra un gran ventanal de $11,40\text{m}$ de largo que da al patio. La solución adoptada por el proyectista es de hormigón visto tanto en techo como paredes y suelo. Una mala solución acústica, según muestran los cálculos se produce eco en toda la sala y mucha reverberación:

DISTANCIAS DEL FOCO A LOS PUNTOS (RAYOS DIRECTOS Y REFLEJADOS):

(PLANOS ANEJO A)

pto	r_{dir} (m)	r_{refl} (m) DRCHA	r_{refl} (m) FONDO
1	17,69	18,75	27,11
2	19,42	22,39	24,53
3	17,53	23,12	27,02
4	21,25	22,07	23,58
5	21,05	25,82	23,42
6	5,38	10,48	39,26
7	5,57	15,54	39,28
8	10,68	15,45	33,27

LA PARED IZQUIERDA NO PRODUCE REFLEXIONES PUESTO QUE ESTÁ ABIERTA AL PASILLO.

CÁLCULO NIVELES DE INTENSIDAD:

PROCEDIMIENTO:

NIVEL DE INTENSIDAD: $LW = 98\text{dB}$

LA ESCALA DE LOS DECIBELIOS

FUENTE	Intensidad	Nivel de Intensidad
Umbral de audición	$1 \cdot 10^{-12} \text{ W/m}^2$	0 dB
Hojas en el viento	$1 \cdot 10^{-11} \text{ W/m}^2$	10 dB
Susurro	$1 \cdot 10^{-10} \text{ W/m}^2$	20 dB
Conversación normal	$1 \cdot 10^{-6} \text{ W/m}^2$	60 dB
Conferencias	$1 \cdot 10^{-5} \text{ W/m}^2$	70 dB
Aspiradora	$1 \cdot 10^{-4} \text{ W/m}^2$	80 dB
Orchestra sinfónica	$1 \cdot 10^{-3} \text{ W/m}^2$	98 dB
Walkman a nivel máx.	$1 \cdot 10^{-2} \text{ W/m}^2$	100 dB
Primera fila en un concierto de rock	$1 \cdot 10^{-1} \text{ W/m}^2$	110 dB
Umbral de dolor	$1 \cdot 10^1 \text{ W/m}^2$	130 dB
Despegue avión militar	$1 \cdot 10^2 \text{ W/m}^2$	140 dB
Perforación instantánea timpano	$1 \cdot 10^4 \text{ W/m}^2$	160 dB

NIVEL DE INTENSIDAD: $LI = LW-11-20\log r$

NIVEL DE INTENSIDAD EN LAS REFLEXIONES: $L_{ref} = LW-11-20\log r + 10\log(1-\alpha)$

(NOTA: α ES EL COEFICIENTE DE ABSORCIÓN DEL MATERIAL DE LA PARED, EN ESTE CASO HORMIGÓN PINTADO A FRECUENCIA 1000 Hz: 0'02)

NIVEL TOTAL (SUPERP. DE NIVELES): $L_{total} = 10\log(10^{(LI/10)} + 10^{(L_{I1}/10)} + 10^{(L_{I2}/10)} + 10^{(L_{I3}/10)})$

(NOTA: SOLO SE SUMAN LAS REFLEXIONES QUE NO PRODUCEN ECO (MÁS ADELANTE))

pto	LI directo (dB)	LI reflejado (dB) DRCHA	LI reflejado (dB) FONDO	LI total (dB)
1	62,05	61,53	58,33	65,69
2	61,24	59,99	59,20	64'99
3	62,12	59,71	58,36	65,12
4	60,45	60,12	59,54	64,82
5	60,53	58,75	59,60	64,46
6	72,38	66,58	55,11	73,40
7	72,08	63,16	55,11	72,61
8	66,43	63,21	56,55	68,12

COMPROBAR ECO

TIEMPO DE RETRASO

$tr = (r/340) * 1000$ (ms)

Pto	trdir(ms)	trrefl (ms) DRCHA	trrefl (ms) FONDO
1	52,03	55,15	79,73
2	57,12	65,86	72,16
3	51,56	68,00	79,46
4	62,50	64,90	69,37
5	61,91	75,94	68,88
6	15,82	30,82	115,46
7	16,38	45,70	115,54
8	31,41	45,45	97,85

ECO

DEFINICIÓN: UN MISMO IMPULSO SONORO SE OYE CON UN TIEMPO DE RETRASO SUPERIOR A LOS 50 MS DESPUÉS DE LLEGAR EL SONIDO DIRECTO (DISTANCIA 17M) POR LO QUE SE OYEN 2 SONIDOS.

$t_{ref}DRCHA - tr > 50 \text{ ms ECO}$

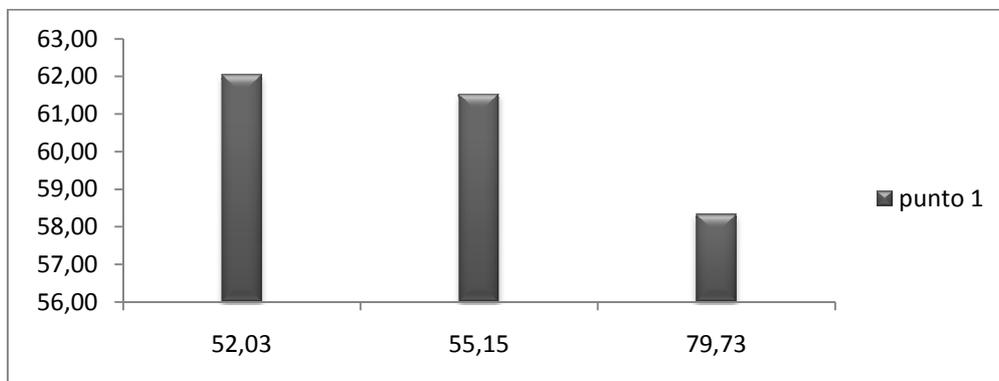
$t_{ref}FONDO - tr > 50 \text{ ms ECO}$

pto	ECO drcha	ECO fondo
1	3,12	27,70
2	8,74	15,04
3	16,44	27,90
4	2,40	6,86
5	14,03	6,97
6	15,00	99,63
7	29,32	99,16
8	14,04	66,44
	$t_{refl} - t_{dir} > 50 \text{ ECO}$	$t_{refl} - t_{dir} > 50 \text{ ECO}$

CONCLUSIÓN: LAS REFLEXIONES DE LA PARED DEL FONDO PRODUCEN ECO EN LA PARTE DELANTERA DE LA SALA, POR LO QUE DEBEMOS CAMBIAR EL MATERIAL POR OTRO QUE TENGA UN COEFICIENTE DE ABSORCIÓN MAYOR.

ECOGRAMAS:

DEFINICIÓN: ES LA REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA SECUENCIA DE LLEGADA DEL SONIDO DIRECTO Y DE SUS REFLEXIONES, ASÍ COMO SUS INTENSIDADES, EL SONIDO ES PRODUCIDO POR UN ÚNICO IMPULSO DE UNA FUENTE SONORA PUNTUAL EN UN RECINTO CERRADO. EJ:



$79,73 - 52,03 = 27,70 < 50\text{ms} = \text{NO ECO}$

CÁLCULO REVERBERACIÓN:

DEFINICIÓN: ES LA PERSISTENCIA DEL SONIDO EN UNA SALA DESPUÉS DE APAGARSE LA FUENTE, PRODUCE LA PLENITUD DE LOS SONIDOS MUSICALES PERO TAMBIÉN PÉRDIDA DE CLARIDAD EN LOS SONIDOS HABLADOS.

$$\text{SABINE: } R_t = \frac{0,162V}{\sum \alpha_i \cdot S_i}$$

zona	s (m ²)	coef abs	material	sala	sala vacia
fondo	28,50	0,02	hormigón pintado	0,57	0,57
lateral derecho	119,75	0,02	hormigón pintado	2,40	2,40
lateral izquierdo	27,00	0,02	hormigón pintado	0,54	0,54
suelo	284,15	0,02	hormigón pintado	5,68	5,68
techo	284,15	0,02	hormigón pintado	5,68	5,68
puerta	92,75	1	abierta	92,75	92,75
ventana	57,00	0,03	vidrio	1,71	1,71
absorción				109,33	109,33

Sabine (s)	2,11
-------------------	------

volumen	1420,75
Stotal	284,15

CONCLUSIÓN: EL TIEMPO DEBERÍA DAR ENTRE 0'4-1s, LOS VALORES SON MUY SUPERIORES A LOS ADECUADOS, POR TANTO LA SALA PRESENTA MUCHA REVERBERACIÓN (SUPERFICIES REFLECTANTES) Y COMO HEMOS DICHO ANTERIORMENTE LA SOLUCIÓN ES REVESTIR LOS PARAMENTOS CON UN MATERIAL ABSORBENTE.

MODIFICACIONES GEOMÉTRICAS

SE HA OPTADO POR ELIMINAR EL PATIO POSTERIOR PARA UNA OCUPACIÓN MAYOR, POR LO QUE EL FORJADO AHORA APOYA SOBRE EL MURO DE HORMIGÓN ARMADO Y DESAPARECE LA VIGA DE CANTO.

AL ELIMINAR LA VENTANA LA VENTILACIÓN SERÁ MECÁNICA Y SE ENCHUFARÁ EL AIRE ACONDICIONADO CUANDO ESTÉ OCUPADA LA SALA.

TAMBIÉN SE HA ELIMINADO LA GRADA Y LAS ESCALERAS LATERALES PARA EL ACCESO A LA PARTE SUPERIOR DE LA GRADA.

EN LA PARTE DELANTERA SE HA CONSTRUIDO UN ESCENARIO DE BLOQUE Y MADERA. Y EN TODA LA SUPERFICIE SE CONSTRUYEN UNAS ESCALERAS (DE LADRILLOS MACIZOS Y BARDOS CERÁMICOS) PARA QUE TENGAN BUENA VISIÓN EN TODAS LAS FILAS Y SE DISPONEN DE BUTACAS FIJAS, PERMITIENDO UNA OCUPACIÓN DE 210 PERSONAS.

SE HA CERRADO DEL MISMO MURO LA ENTRADA A LA SALA, Y SE HAN PUESTO 2 PUERTAS ABATIBLES DE DOS HOJAS PARA ENTRAR.

PLANOS ANEJO B.

PROPUESTA DE MATERIALES

TECHO: FORMADO POR PANELES DE MADERA SOBRE RASTRELES. COLOR ARCE, PERFILERÍA OCULTA, SIN VELO ACÚSTICO Y IGNIFUGO. CASA COMERCIAL IDEATEC. (ANEJO C).

PAREDES: PANEL RÍGIDO DE LANA DE VIDRIO QUE INCORPORA EN UNA DE SUS CARAS UN TEJIDO NEGRO DE FIBRA DE VIDRIO TEXTIL QUE LE CONFIERE UNA GRAN RESISTENCIA AL PUNZONAMIENTO Y A LA ABRASIÓN. COEFICIENTE DE ABSORCIÓN ACÚSTICA: 1'00, MODELO PANEL NETO DE LA CASA ISOVER (ANEJO C) PARA LA PARED DEL FONDO, REVESTIDA DE TELA EN UN TONOS GRIS NOCHE, SUJETA A LAS MONTANTES QUE CONFORMAN LA PARED.

LAS PAREDES LATERALES SE DEJAN DE HORMIGÓN PINTADO DE GRIS MARENGO.

BUTACAS: MODELO ALICIA DE LA CASA BUTACAS FIGUERAS. COLOR ROJO, DESPLEGABLES Y TAPIZADAS CON FIELTRO, COEFICIENTE DE ABSORCIÓN ACÚSTICA: 0'30 (ANEJO C).

SUELO: MOQUETA ACÚSTICA DE COLOR GRIS MARENGO, COLECCIÓN ARC-EN-CIEL DE LA CASA HILADOS DE CASTILLA, COEFICIENTE DE ABSORCIÓN ACÚSTICA: 0'26 (ANEJO C).

PUERTAS: PUERTAS ACÚSTICAS DE 2 HOJAS ABATIBLES, DE GRUPO DIMASA (ANEJO C).

ILUMINACIÓN: LUMINARIAS EMPOTRABLES CON DIFUSOR OPAL DE PLEXIGLAS, SE DISPONDRÁN EN LA PARTE SUPERIOR DE LAS PAREDES EN POSICIÓN VERTICAL, UNA CADA 1M. SERIE 34 DE LA CASA ERCO (ANEJO C).

SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS

EN EL ANEJO D SE ESPECIFICAN LAS SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS DE TODOS LOS COMPONENTES DEL AUDITORIO ESPECIFICADOS ANTERIORMENTE.

ESTUDIO DE LAS REFLEXIONES Y COMPROBACIÓN ECO**DISTANCIAS DEL FOCO A LOS PUNTOS (RAYOS DIRECTOS Y REFLEJADOS):**

(PLANOS ANEJO E)

pto	r _{dir} (m)	r _{refl} (m)DRCHA	r _{refl} (m)IZQ
1	4,58	7,80	15,52
2	3,69	11,65	12,30
3	4,58	15,52	7,80
4	9,87	11,73	17,81
5	10,42	15,72	15,16
6	9,89	17,83	11,73
7	16,27	17,46	22,05
8	17,15	20,39	20,80
9	16,28	22,02	17,45
10	22,84	23,71	27,23
11	22,86	27,25	23,71

CÁLCULO NIVELES DE INTENSIDAD:

PROCEDIMIENTO:

NIVEL DE INTENSIDAD: **LW = 98dB**NIVEL DE INTENSIDAD: **LI = LW-11-20logr**NIVEL DE INTENSIDAD EN LAS REFLEXIONES: **Llref = LW-11-20logr+10log(1-α)**

(NOTA: α ES EL COEFICIENTE DE ABSORCIÓN DEL MATERIAL DE LA PARED, EN ESTE CASO LA PARED DEL FONDO NO PROVOCA REFLEXIONES PUESTO SON PANELES DE LANA DE VIDRIO QUE TIENE $\alpha=1$, Y LAS PAREDES LATERALES SON DE PANELES DE LANA DE ROCA CON $\alpha=0,70$. FRECUENCIA 1000Hz).

NIVEL TOTAL (SUPERP. DE NIVELES): **Ltotal = 10log (10^(LI/10)+10^(LI1/10) +10^(LI2/10) +10^(LI3/10))**

(NOTA: LA PARED DEL FONDO NO SE CALCULA PORQUE NO PRODUCE REFLEXIONES)

pto	LI directo (dB)	LI reflejado (dB)	LI reflejado 2 (dB)	LI total (dB)
1	73,78	69,15	63,17	75,34
2	75,66	65,66	65,19	76,41
3	73,78	63,17	69,15	75,34
4	67,11	65,61	61,98	70,15
5	66,64	63,06	63,38	69,45
6	67,10	61,97	65,61	70,14
7	62,77	62,15	60,12	66,59
8	62,31	60,80	60,63	66,09
9	62,77	60,13	62,16	66,59
10	59,83	59,49	58,29	64,02
11	59,82	58,28	59,49	64,02

CONCLUSIÓN: EN LAS PRIMERAS FILAS LLEGA UNA INTENSIDAD MAYOR DE RUIDO, PUESTO QUE LA DISTANCIA AL FOCO ES MENOR, POR TANTO EL RAYO DIRECTO ES MENOR Y ES EL QUE MÁS INTENSIDAD APORTA.

COMPROBAR ECO

TIEMPO DE RETRASO

$$tr = (r/340) * 1000 \text{ (ms)}$$

Pto	tr _{dir} (ms)	tr _{refl} (ms) DRCHA	tr _{refl} (ms) IZQ
1	13,47	22,94	45,65
2	10,85	34,26	36,18
3	13,47	45,65	22,94
4	29,03	34,50	52,38
5	30,65	46,24	44,59
6	29,09	52,44	34,50
7	47,85	51,35	64,85
8	50,44	59,97	61,18
9	47,88	64,76	51,32
10	67,18	69,74	80,09
11	67,24	80,15	69,74

ECO

$t_{ref}DRCHA - tr > 50$ ms ECO

$t_{ref}IZQ - tr > 50$ ms ECO

pto	ECO drcha	ECO izq
1	9,47	32,18
2	23,41	25,32
3	32,18	9,47
4	5,47	23,35
5	15,59	13,94
6	23,35	5,41
7	3,50	17,00
8	9,53	10,74
9	16,88	3,44
10	2,56	12,91
11	12,91	2,50
	$t_{refl}-t_{dir} > 50$ ECO	$t_{refl}-t_{dir} > 50$ ECO

CONCLUSIÓN: NO SE PRODUCE ECO EN NINGÚN LUGAR DE LA SALA, POR LO QUE CABE DECIR QUE LOS MATERIALES ESCOGIDOS SON BUENOS, SOBRETUDO EL DE LA PARED DEL FONDO.

ESTUDIO DE LAS REFLEXIONES Y COMPROBACIÓN ECO DEL TECHO

DISTANCIAS DEL FOCO A LOS PUNTOS (RAYOS DIRECTOS Y REFLEJADOS):

(PLANOS ANEJO F)

pto	r_{dir} (m)	r_{refl} (m) TECHO
1	3,67	7,57
2	8,92	10,93
3	14,25	15,43
4	19,46	20,17
5	23,70	24,22

CÁLCULO NIVELES DE INTENSIDAD:

PROCEDIMIENTO:

NIVEL DE INTENSIDAD: $LW = 98\text{dB}$

NIVEL DE INTENSIDAD: $LI = LW - 11 - 20\log r$

NIVEL DE INTENSIDAD EN LAS REFLEXIONES: $L_{ref} = LW - 11 - 20\log r + 10\log(1 - \alpha)$

($\alpha = 45$. FRECUENCIA 1000Hz).

NIVEL TOTAL (SUPERP. DE NIVELES): $L_{total} = 10\log(10^{(LI/10)} + 10^{(LI1/10)} + 10^{(LI2/10)} + 10^{(LI3/10)})$

pto	LI directo (dB)	LI reflejado (dB)	LI total (dB)
1	75,71	69,33	76,61
2	67,99	66,15	70,18
3	63,92	63,15	66,57
4	61,22	60,83	64,04
5	59,51	59,24	62,38

COMPROBAR ECO

TIEMPO DE RETRASO

$t_r = (r/340) * 1000 \text{ (ms)}$

Pto	$t_{dir} \text{ (ms)}$	$t_{refl} \text{ (ms) TECHO}$
1	10,79	22,27
2	26,24	32,15
3	41,91	45,38
4	57,24	59,32
5	69,71	71,24

ECO

$t_{ref}TECHO - tr > 50$ ms ECO

pto	ECO
1	11,48
2	5,91
3	3,47
4	2,08
5	1,53
$t_{ref} - t_{dir} > 50$ ECO	

CONCLUSIÓN: NO SE PRODUCE ECO EN NINGÚN LUGAR DE LA SALA, POR LO QUE CABE DECIR QUE EL TECHO ESCOGIDO ES BUENO. AUNQUE HUBIESE SIDO DE HORMIGÓN TAMPOCO PRODUCIRÍA ECO PUESTO QUE EL COEFICIENTE DE ABSORCIÓN NO AFECTA A QUE SE PRODUZCA O NO ECO, PERO SI SE PRODUJERE TENDRÍAMOS QUE PONER UN TECHO DE COEFICIENTE=1 PARA QUE NO PRODUJERA REFLEXIONES.

ESTUDIO DE LA REVERBERACIÓN

MÉTODO SIMPLIFICADO

$$\text{SABINE: } R_t = \frac{0,162V}{\sum \alpha_i \cdot S_i}$$

zona	s (m ²)	coef abs	material	sala llena	sala vacía	sala 50%
fondo	32,55	1,00	panel compacto lana	32,55	32,55	32,55
lateral derecho	115,41	0,02	hormigón pintado	2,31	2,31	2,31
lateral izquierdo	111,42	0,02	hormigón pintado	2,23	2,23	2,23
suelo pasillo	184,00	0,26	moqueta	47,84	47,84	47,84
suelo butacas	96,90	0,30	butaca tapizada con terciopelo	0,00	29,07	14,54
suelo publico	96,90	0,45	público en asiento tapizado	43,61	0,00	21,80
boca escenario	46,09	1,00		46,09	46,09	46,09
techo	343,02	0,17	madera en paneles	58,31	58,31	58,31
suelo escenario	61,12	0,06	parquet	3,67	3,67	3,67
puertas	3,99	0,69	hierro y lana de roca	2,75	2,75	2,75
absorción				239,35	224,81	232,08

Sabine (s)	sala llena	0,89
	sala vacía	0,95
	sala 50%	0,92

volumen	1321,44
Stotal	343,02

CONCLUSIÓN: EL TIEMPO DA 0'4-1s (MÁS HACIA EL 1, PORQUE ESTÁ DESTINADO A LA MÚSICA) QUE ES LO QUE DEBERÍA DAR SEGÚN LA NORMATIVA VIGENTE, POR TANTO LOS MATERIALES ESCOGIDOS CUMPLEN A REVERBERACIÓN.

ESTADO ACTUAL

Situada en la planta baja del edificio, cuya entrada es directamente desde el exterior si tener que entrar por el edificio. Cuenta con una superficie de 87'35m².

La solución adoptada por el proyectista es de hormigón visto en suelo y techo y cristal en paredes. Una mala solución acústica, según muestran los cálculos se produce mucha reverberación:

CÁLCULO REVERBERACIÓN:

DEFINICIÓN: ES LA PERSISTENCIA DEL SONIDO EN UNA SALA DESPUÉS DE APAGARSE LA FUENTE, PRODUCE LA PLENITUD DE LOS SONIDOS MUSICALES PERO TAMBIÉN PÉRDIDA DE CLARIDAD EN LOS SONIDOS HABLADOS. SE CALCULA SIN MUEBLES (SILLAS Y MESAS).

$$\text{SABINE: } R_t = \frac{0,162V}{\sum \alpha_i \cdot S_i}$$

zona	s (m ²)	coef abs	material	cafeteria
paredes cristal	137,35	0,03	vidrio	4,12
paredes ladrillo	29,20	0,02	ladrillo revestido	0,58
suelo	87,35	0,02	hormigón pintado	1,75
techo	87,35	0,02	hormigón pintado	1,75
puertas	1,68	0,08	madera	0,13
			absorción	8,33

Sabine (s)	8,49
-------------------	------

volumen	436,75
Stotal	87,35

CONCLUSIÓN: EL TIEMPO DEBERÍA DAR ENTRE 0'4-1s, LOS VALORES SON MUY SUPERIORES A LOS ADECUADOS, POR TANTO LA SALA PRESENTA MUCHA REVERBERACIÓN (SUPERFICIES REFLECTANTES) Y LA SOLUCIÓN ES PONER UN TECHO MUY ABSORBENTE ($\alpha \cong 1$) Y UN SUELO TAMBIÉN CON GRAN COEFICIENTE DE ABSORCIÓN Y ASÍ PODREMOS MANTENER LAS PAREDES DE CRISTAL PORQUE TODAS LAS REFLEXIONES SON ABSORBIDAS POR EL SUELO Y EL TECHO.

MODIFICACIONES GEOMÉTRICAS

SE HA OPTADO POR ELIMINAR LA TIENDA Y HACER UN CAFETERÍA MÁS GRANDE QUE INCLUYE UNA ZONA DE COMEDOR. LA COCINA PERMANECE IGUAL.

SE DISTINGUEN EL BAÑO DE CHICOS Y CHICAS Y EL BAÑO DE MINUSVÁLIDOS.

LAS ENTRADAS DE LA ZONA EXTERIOR SE HAN REDUCIDO A 2 Y LAS OTRAS SE HAN DEJADO COMO ESTÁN.

PLANOS ANEJO B.

PROPUESTA DE MATERIALES

TECHO: TECHO ACÚSTICO DE ALTAS PRESTACIONES DE AISLAMIENTO TÉRMICO Y ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO, REVESTIDO CON UNA TELA CONTINUA DE COLOR BLANCA. MODELO FIDJI DE LA CASA ISOVER. FICHA TÉCNICA ADJUNTA (ANEJO C).

PAREDES: PANELES DE VIDRIO TEMPLADOS, DE GRAN RESISTENCIA MECÁNICA AL CHOQUE TÉRMICO Y MAYOR SEGURIDAD. ALGUNOS PANELES SON DECORADOS CON DISTINTOS ESTAMPADOS, CASA DUGLASS (ANEJO C).

SILLAS Y MESAS: ESCOGIDAS DE CATÁLOGOS DE MUEBLES MODERNOS (ANEJO C).

SUELO: MOQUETA ACÚSTICA DE COLOR ROJA, DE GRAN COEFICIENTE ACÚSTICO, MOQUETA FERIA DE LA CASA CLOBER (ANEJO C).

PUERTAS: PUERTAS DE ACCESO A LA CAFETERÍA DE CRISTAL, DE LA SERIE VIDREDEEP DE LA CASA VIDREGLOSS, QUE SON FORMADAS POR VIDRIO GRABADO EN PROFUNDIDAD Y SE COMBIENAN EN MATE, TRASPARENTE O COLOR (ANEJO C).

LAS DE ACCESO A LA COCINA Y A LOS BAÑOS SON DE MADREA Y VIDRIO, MODELO VENICE 220 DE LA CASA PORTADEZA (ANEJO C).

PARED: DE LADRILLO PINTADO CON PINTURA VERDE PISTACHO.

ILUMINACIÓN: LA CAFETERIA PRESENTA DOS TIPOS DE LUMINARIAS, UNA EN TODA LA SUPERFICIE Y SUSPENDIDAS DEL TECHO PARA QUE NO PIERDA ÉSTE LAS PROPIEDADES ACÚSTICAS Y PRESENTE PUNTOS CRÍTICOS. SON SUSPENDIDAS CON RECUBRIMIENTO PRISMÁTICO DE PLEXIGLÁS O POLICARBONATO, MODELO SOLVAN DE LA CASA ERCO (ANEJO C).

Y EL OTRO TIPO SE TRATA DE UNA LUMINARIA CIRCULAR EMPOTRADA A LA PARED DE LA ZONA DE COMEDOR A UNA DISTANCIA DE 2M DEL SUELO, MODELO POLARON DE LA CASA ERCO (ANEJO C).

SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS

EN EL ANEJO D SE ESPECIFICAN LAS SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS DE TODOS LOS COMPONENTES ESPECIFICADOS ANTERIORMENTE.

ESTUDIO DE LA REVERBERACIÓN

$$\text{SABINE: } R_t = \frac{0,162V}{\sum \alpha_i \cdot S_i}$$

zona	s (m ²)	coef abs	material	cafeteria
paredes cristal	230,03	0,03	vidrio	6,90
paredes ladrillo	95,00	0,02	ladrillo revestido y pintado	1,90
suelo	157,13	0,69	moqueta	108,42
techo reflex	157,13	1	fidji	157,13
Puertas entrada	22,68	0,03	vidrio	0,68
Puertas cocina y wc	5,04	0,03	Madera y vidrio	0,15
			absorción	275,18

Sabine (s)	0,46
-------------------	------

volumen	785,65
Stotal	157,13

CONCLUSIÓN: EL TIEMPO DA 0'4-1s (PERO QUE SE APROXIME MÁS A 0'4 PORQUE ESTÁ DESTINADO AL HABLA) QUE ES LO QUE DEBERÍA DAR SEGÚN LA NORMATIVA VIGENTE, POR TANTO LOS MATERIALES ESCOGIDOS CUMPLEN A REVERBERACIÓN.

ESTADO ACTUAL

Se trata de la sala de exposición I situada en la planta primera del edificio, de 276'60 m². La solución adoptada por el proyectista es de hormigón pintado en suelo, techo y paredes con grandes cristaleras y un hueco de entrada de 8 m sin puertas. Una mala solución acústica, según muestran los cálculos se produce mucha reverberación:

CÁLCULO REVERBERACIÓN:

DEFINICIÓN: ES LA PERSISTENCIA DEL SONIDO EN UNA SALA DESPUÉS DE APAGARSE LA FUENTE, PRODUCE LA PLENITUD DE LOS SONIDOS MUSICALES PERO TAMBIÉN PÉRDIDA DE CLARIDAD EN LOS SONIDOS HABLADOS. SE CALCULA SIN MUEBLES (SILLAS Y MESAS).

$$\text{SABINE: } R_t = \frac{0,162V}{\sum \alpha_i \cdot S_i}$$

zona	s (m ²)	coef abs	material	sala exposición I
paredes cristal	80,00	0,03	vidrio	2,40
paredes hormigón	237,46	0,02	hormigón pintado	4,75
suelo	276,60	0,02	hormigón pintado	5,53
techo	276,60	0,02	hormigón pintado	5,53
puertas	40,00	1	abierta	40,00
			absorción	58,21

Sabine (s)	3,85
-------------------	------

volumen	1383,00
Total	276,60

CONCLUSIÓN: EL TIEMPO DEBERÍA DAR ENTRE 0'4-1s, LOS VALORES SON MUY SUPERIORES A LOS ADECUADOS, POR TANTO LA SALA PRESENTA MUCHA REVERBERACIÓN (SUPERFICIES REFLECTANTES) Y LA SOLUCIÓN ES REVESTIR LA SALA CON MATERIALES MÁS ABSORBENTES.

MODIFICACIONES GEOMÉTRICAS

SE HA DIVIDIDO LA SALA EN DOS, PARA DISTINTOS USOS, UNA SALA SERÁ PARA REUNIONES Y LA OTRA DE TALLERES ARTESANALES. LA ENTRADA A LAS SALAS ES MEDIANTE UNA PUERTA ABATIBLE DE DOS HOJAS EN CADA UNA DE EllAS.

PLANOS ANEJO B.

PROPUESTA DE MATERIALES

TECHO: TECHO ACÚSTICO DE ALTAS PRESTACIONES DE AISLAMIENTO TÉRMICO Y ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO, COLOR BLANCO. MODELO FIDJI DE LA CASA ISOVER. FICHA TÉCNICA ADJUNTA (ANEJO C). EN AMBAS SALAS.

PAREDES: LAS PAREDES EN LA SALA DE REUNIONES SON DE PANELES DE MADERA AGLOMERADA DE COLOR ROBLE, UNIÓN MACHIHEMBRADA E IGNIFUGA. CASA COMERCIAL IDEATEC. (ANEJO C).

LAS PAREDES EN LA SALA DE TALLERES SON DE PANELES DE MADERA AGLOMERADA, COLOR HAYA, UNIÓN MACHIHEMBRADA E IGNIFUGA. CASA COMERCIAL IDEATEC. (ANEJO C).

SILLAS Y MESAS: MESA DE REUNIONES COLOR NOGAL Y SILLAS, CASA COMERCIAL ROCHEL (ANEJO C).

LAS SILLAS Y LAS MESAS DE LA SALA DE TALLERES SON DE SOLICAR DIDÁCTICOS (COMPRA POR INTERNET) (ANEJO C).

SUELO: MOQUETA ACÚSTICA DE COLOR GRIS MARENGO, COLECCIÓN ARC-EN-CIEL DE LA CASA HILADOS DE CASTILLA, COEFICIENTE DE ABSORCIÓN ACÚSTICA: 0'26 (ANEJO C).

PUERTAS: LAS PUERTAS DE ACCESO SON DE MADERA.

ILUMINACIÓN: EN LA SALA DE REUNIONES SE HA OPTADO POR LUMINARIAS SUSPENDIDAS CON ÓPTICA MICROPRISMÁTICA CDP, SON DE LÍNEAS CONTINUAS, MODELO LUCEO DE LA CASA COMERCIAL ERCO (ANEJO C).

EN LA SALA DE TALLERES SE HAN COLOCADO LUMINARIAS SUSPENDIDAS PERO ÉSTAS SON PUNTUALES, DOS POR MESA, PUEDEN SER DIRECTAS O INDIRECTAS SEGÚN LAS NECESIDADES, MODELO TORSO DE LA CASA COMERCIAL ERCO (ANEJO C).

SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS

EN EL ANEJO D SE ESPECIFICAN LAS SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS DE TODOS LOS COMPONENTES ESPECIFICADOS ANTERIORMENTE.

ESTUDIO DE LA REVERBERACIÓN. SALA DE REUNIONES

$$\text{SABINE: } R_t = \frac{0,162V}{\sum \alpha_i \cdot S_i}$$

zona	s (m ²)	coef abs	material	sala reuniones
paredes cristal	57,00	0,03	vidrio	1,71
paredes	172,25	0,55	madera aglomerada	94,74
suelo	136,27	0,26	moqueta	35,43
techo	136,27	1	techo fidji	136,27
puertas	4,00	0,69	madera	2,76
			absorción	270,91

Sabine (s)	0,41
-------------------	------

volumen	681,35
Stotal	136,27

CONCLUSIÓN: EL TIEMPO DA 0'4-1s (PERO QUE SE APROXIME MÁS A 0'4 PORQUE ESTÁ DESTINADO AL HABLA) QUE ES LO QUE DEBERÍA DAR SEGÚN LA NORMATIVA VIGENTE, POR TANTO LOS MATERIALES ESCOGIDOS CUMPLEN A REVERBERACIÓN.

ESTUDIO DE LA REVERBERACIÓN. SALA DE TALLERES

$$\text{SABINE: } R_t = \frac{0,162V}{\sum \alpha_i \cdot S_i}$$

zona	s (m ²)	coef abs	material	sala reuniones
paredes cristal	22,50	0,03	vidrio	0,68
paredes	201,21	0,55	madera aglomerada	110,67
suelo	135,92	0,26	moqueta	35,34
techo	135,92	1	techo fidji	135,92
puertas	4,00	0,69	madera	2,76
			absorción	285,36

Sabine (s)	0,40
-------------------	------

volumen	679,60
Stotal	135,92

CONCLUSIÓN: EL TIEMPO DA 0'4-1s (PERO QUE SE APROXIME MÁS A 0'4 PORQUE ESTÁ DESTINADO AL HABLA) QUE ES LO QUE DEBERÍA DAR SEGÚN LA NORMATIVA VIGENTE, POR TANTO LOS MATERIALES ESCOGIDOS CUMPLEN A REVERBERACIÓN.

ESTADO ACTUAL

Se trata de la sala de exposiciones 2 situada en la primera planta. Cuya entrada es por un hueco de 9'53 m de ancho.

La solución adoptada por el proyectista es de hormigón visto. Una mala solución acústica, según muestran los cálculos se produce mucha reverberación:

CÁLCULO REVERBERACIÓN:

DEFINICIÓN: ES LA PERSISTENCIA DEL SONIDO EN UNA SALA DESPUÉS DE APAGARSE LA FUENTE, PRODUCE LA PLENITUD DE LOS SONIDOS MUSICALES PERO TAMBIÉN PÉRDIDA DE CLARIDAD EN LOS SONIDOS HABLADOS.

$$\text{SABINE: } R_t = \frac{0,162V}{\sum \alpha_i \cdot S_i}$$

zona	s (m ²)	coef abs	material	sala
fondo	31,65	0,02	hormigón pintado	0,63
ventana	3,18	0,03	vidrio	0,10
lateral derecho	60,00	0,02	hormigón pintado	1,20
lateral izquierdo	107,82	0,02	hormigón pintado	2,16
suelo	217,05	0,02	hormigón pintado	4,34
parte delantera	50,35	0,02	hormigón pintado	1,01
puerta	47,65	1,00	abierta	47,65
			absorción	57,08

Sabine (s)	3,08
-------------------	------

volumen	1085,25
Stotal	217,06

CONCLUSIÓN: EL TIEMPO DEBERÍA DAR ENTRE 0'4-1s, LOS VALORES SON MUY SUPERIORES A LOS ADECUADOS, POR TANTO LA SALA PRESENTA MUCHA REVERBERACIÓN (SUPERFICIES REFLECTANTES) Y COMO HEMOS DICHO ANTERIORMENTE LA SOLUCIÓN ES REVESTIR LOS PARAMENTOS CON UN MATERIAL ABSORBENTE.

MODIFICACIONES GEOMÉTRICAS

SE HA CERRADO EL RECINTO CON EL MISMO MURO DE HORMIGÓN Y SE HAN REALIZADO DOS PUERTAS DE DOS HOJAS ABATIBLES COMO ENTRADA A LA SALA.

EL FORJADO SUPERIOR SE HA ALARGADO HASTA EL MURO DE LA PARTE DELANTERA DE LA SALA.

AHORA EL USO DE LA SALA ES DE SALA DE CONFERENCIAS Y NO DE SALA DE EXPOSICIONES POR LO QUE EN LA PARTE DELANTERA SE HA CONSTRUIDO UN ESCENARIO DE MADERA A 1M DEL SUELO PARA UNA MEJOR VISIÓN DE LOS OCUPANTES, LA OCUPACIÓN ES DE 96 PERSONAS.

PLANOS ANEJO B.

PROPUESTA DE MATERIALES

TECHO: FORMADO POR PANELES DE MADERA AGLOMERADA, COLOR HAYA, UNIÓN MACHIHEMBRADA E IGNIFUGA. CASA COMERCIAL IDEATEC. (ANEJO C).

PAREDES: PANEL RÍGIDO DE LANA DE VIDRIO QUE INCORPORA EN UNA DE SUS CARAS UN TEJIDO NEGRO DE FIBRA DE VIDRIO TEXTIL QUE LE CONFIERE UNA GRAN RESISTENCIA AL PUNZONAMIENTO Y A LA ABRASIÓN. COEFICIENTE DE ABSORCIÓN ACÚSTICA: 1'00, MODELO PANEL NETO DE LA CASA ISOVER (ANEJO C) PARA LA PARED DEL FONDO, REVESTIDA DE TELA EN UN TONOS MARRÓN, SUJETA A LAS MONTANTES QUE CONFORMAN LA PARED.

LAS PAREDES LATERALES SON DE PANELES DE MADERA AGLOMERADA, COLOR HAYA, UNIÓN MACHIHEMBRADA E IGNIFUGA. CASA COMERCIAL IDEATEC. (ANEJO C).

BUTACAS: MODELO FLEX DE LA CASA BUTACAS FIGUERAS. COLOR CREMA, DESPLEGABLES Y CON MESA DESPLEGABLE AUXILIAR, COEFICIENTE DE ABSORCIÓN ACÚSTICA: 0'30 (ANEJO C).

SUELO: MOQUETA ACÚSTICA DE COLOR GRIS MARENGO, COLECCIÓN ARC-EN-CIEL DE LA CASA HILADOS DE CASTILLA, COEFICIENTE DE ABSORCIÓN ACÚSTICA: 0'26 (ANEJO C).

PUERTAS: PUERTAS DE MADERA DE 2 HOJAS ABATIBLES.

ILUMINACIÓN: LUMINARIAS EMPOTRABLES CON RECUBRIMIENTO PRISMÁTICO DE PLEXIGLÁS Y DE POLICARBONATO, SE DISPONDRÁN EN LA PARTE SUPERIOR DE LAS PAREDES EN POSICIÓN VERTICAL, UNA CADA 1M. MODELO SOLVAN DE LA CASA ERCO (ANEJO C).

SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS

EN EL ANEJO D SE ESPECIFICAN LAS SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS DE TODOS LOS COMPONENTES ESPECIFICADOS ANTERIORMENTE.

ESTUDIO DE LAS REFLEXIONES Y COMPROBACIÓN ECO

COMO AHORA ES UNA SALA DE CONFERENCIAS TENEMOS QUE COMPROBAR SI SE PRODUCE O NO ECO.

DISTANCIAS DEL FOCO A LOS PUNTOS (RAYOS DIRECTOS Y REFLEJADOS):

(PLANOS ANEXO G)

pto	r_{dir} (m)	r_{refl} (m) IZQ.	r_{refl} (m) DRCHA	r_{refl} (m) FONDO
1	3,98	5,78	15,23	36,84
2	4,63	12,51	8,41	37,51
3	6,64	10,43	13,85	26,19
4	11,18	11,94	18,37	28,56
5	11,53	16,36	13,36	29,44
6	14,99	17,68	18,31	24,81
7	18,38	18,85	23,40	21,17
8	18,65	21,97	19,66	22,40

CÁLCULO NIVELES DE INTENSIDAD:

PROCEDIMIENTO:

NIVEL DE INTENSIDAD: LW = **70dB**

LA ESCALA DE LOS DECIBELIOS

FUENTE	Intensidad	Nivel de Intensidad
Umbral de audición	$1 \cdot 10^{-12}$ W/m ²	0 dB
Hojas en el viento	$1 \cdot 10^{-11}$ W/m ²	10 dB
Susurro	$1 \cdot 10^{-10}$ W/m ²	20 dB
Conversación normal	$1 \cdot 10^{-6}$ W/m ²	60 dB
Conferencias	$1 \cdot 10^{-5}$ W/m²	70 dB
Aspiradora	$1 \cdot 10^{-4}$ W/m ²	80 dB
Orchestra sinfónica	$1 \cdot 10^{-3}$ W/m ²	98 dB
Walkman a nivel máx.	$1 \cdot 10^{-2}$ W/m ²	100 dB
Primera fila en un concierto de rock	$1 \cdot 10^{-1}$ W/m ²	110 dB
Umbral de dolor	$1 \cdot 10^1$ W/m ²	130 dB
Despegue avión militar	$1 \cdot 10^2$ W/m ²	140 dB
Perforación instantánea timpano	$1 \cdot 10^4$ W/m ²	160 dB

PROCEDIMIENTO:

NIVEL DE INTENSIDAD: $LW = 70\text{dB}$

NIVEL DE INTENSIDAD: $LI = LW - 11 - 20\log r$

NIVEL DE INTENSIDAD EN LAS REFLEXIONES: $L_{\text{ref}} = LW - 11 - 20\log r + 10\log(1 - \alpha)$

(NOTA: α ES EL COEFICIENTE DE ABSORCIÓN DEL MATERIAL DE LA PARED, EN ESTE CASO LA PARED DEL FONDO NO PROVOCA REFLEXIONES PUESTO SON PANELES DE LANA DE VIDRIO QUE TIENE $\alpha=1$, Y LAS PAREDES LATERALES SON DE PANELES DE MADERA CON $\alpha=0'55$. FRECUENCIA 1000Hz).

NIVEL TOTAL (SUPERP. DE NIVELES): $L_{\text{total}} = 10\log(10^{(L1/10)} + 10^{(L11/10)} + 10^{(L12/10)} + 10^{(L13/10)})$

(NOTA: LA PARED DEL FONDO NO SE CALCULA PORQUE NO PRODUCE REFLEXIONES)

pto	LI directo (dB)	LI reflejado (dB) IZQ.	LI reflejado (dB) DRCHA	LI total (dB)
1	45,78	41,15	35,17	47,34
2	47,66	37,66	37,19	48,41
3	45,78	35,17	41,15	47,34
4	39,11	37,61	33,98	42,15
5	38,64	35,06	35,38	41,45
6	39,10	33,97	37,61	42,14
7	34,77	34,15	32,12	38,59
8	34,31	32,80	32,63	38,09

CONCLUSIÓN: EN LAS PRIMERAS FILAS LLEGA UNA INTENSIDAD MAYOR DE RUIDO, PUESTO QUE LA DISTANCIA AL FOCO ES MENOR, POR TANTO EL RAYO DIRECTO ES MENOR Y ES EL QUE MÁS INTENSIDAD APORTA.

COMPROBAR ECO**TIEMPO DE RETRASO**

$$tr = (r/340) * 1000 \text{ (ms)}$$

Pto	trdir(ms)	trrefl (ms) IZQ.	trrefl (ms) DRCHA
1	11,69	17,00	44,81
2	13,63	36,79	24,73
3	19,54	30,67	40,72
4	32,88	35,11	54,04
5	33,90	48,13	39,28
6	44,09	52,01	53,85
7	54,07	55,45	68,81
8	54,85	64,62	57,81

ECO

$$tr_{ref}DRCHA - tr > 50 \text{ ms ECO}$$

$$tr_{ref}IZQ - tr > 50 \text{ ms ECO}$$

pto	ECO IZQ.	ECO DRCHA
1	5,31	33,11
2	23,16	11,09
3	11,13	21,18
4	2,23	21,16
5	14,23	5,38
6	7,92	9,77
7	1,38	14,74
8	9,77	2,96
	$t_{refl} - t_{dir} > 50 \text{ ECO}$	$t_{refl2} - t_{dir} > 50 \text{ ECO}$

CONCLUSIÓN: NO SE PRODUCE ECO EN NINGÚN LUGAR DE LA SALA, POR LO QUE CABE DECIR QUE LOS MATERIALES ESCOGIDOS SON BUENOS, SOBRETODOS EL DE LA PARED DEL FONDO.

ESTUDIO DE LAS REFLEXIONES Y COMPROBACIÓN ECO DEL TECHO

DISTANCIAS DEL FOCO A LOS PUNTOS (RAYOS DIRECTOS Y REFLEJADOS):

(PLANOS ANEXO H)

pto	r_{dir} (m)	r_{refl} (m)
1	3,43	7,65
2	8,75	10,92
3	13,51	14,90
4	18,38	19,28

CÁLCULO NIVELES DE INTENSIDAD:

PROCEDIMIENTO:

NIVEL DE INTENSIDAD: $LW = 70dB$

NIVEL DE INTENSIDAD: $LI = LW - 11 - 20 \log r$

NIVEL DE INTENSIDAD EN LAS REFLEXIONES: $L_{ref} = LW - 11 - 20 \log r + 10 \log(1 - \alpha)$

($\alpha = 45$. FRECUENCIA 1000Hz).

NIVEL TOTAL (SUPERP. DE NIVELES): $L_{total} = 10 \log (10^{(L1/10)} + 10^{(L11/10)} + 10^{(L12/10)} + 10^{(L13/10)})$

pto	LI directo (dB)	LI reflejado (dB)	LI total (dB)
1	48,29	40,98	49,03
2	40,16	37,89	42,18
3	36,39	35,19	38,84
4	33,71	32,95	36,36

COMPROBAR ECO**TIEMPO DE RETRASO**

$$tr = (r/340) * 1000 \text{ (ms)}$$

pto	$t_{dir} \text{ (ms)}$	$t_{ref} \text{ (ms)}$
1	10,09	22,51
2	25,74	32,12
3	39,74	43,83
4	54,06	56,69

ECO

$$tr_{ref} \text{TECHO} - tr > 50 \text{ ms ECO}$$

pto	ECO
1	12,42
2	6,38
3	4,10
4	2,64
$t_{ref} - t_{dir} > 50 \text{ ECO}$	

CONCLUSIÓN: NO SE PRODUCE ECO EN NINGÚN LUGAR DE LA SALA, POR LO QUE CABE DECIR QUE EL TECHO ESCOGIDOS ES BUENO. AUNQUE HUBIESE SIDO DE HORMIGÓN TAMPOCO PRODUCIRÍA ECO PUESTO QUE EL COEFICIENTE DE ABSORCIÓN NO AFECTA A QUE SE PRODUZCA O NO ECO, PERO SI SE PRODUJERE TENDRÍAMOS QUE PONER UN TECHO DE COEFICIENTE=1 PARA QUE NO PRODUJERA REFLEXIONES.

ESTUDIO DE LA REVERBERACIÓN

$$\text{SABINE: } R_t = \frac{0,162V}{\sum \alpha_i \cdot S_i}$$

zona	s (m ²)	coef abs	material	sala llena	sala vacia	sala 50%
fondo	31,65	1	panel compacto lana	31,65	31,65	31,65
ventana	3,18	0,75	cortina	2,39	2,39	2,39
lateral derecho	110,10	0,55	madera aglomerada	60,56	60,56	60,56
lateral izquierdo	107,82	0,55	madera aglomerada	59,30	59,30	59,30
suelo pasillo	150,78	0,26	moqueta	39,20	39,20	39,20
suelo sillas	38,00	0,3	butacas	0,00	11,40	5,70
suelo publico	38,00	0,45	público en asiento	17,10	0,00	8,55
boca escenario	40,58	1		40,58	40,58	40,58
techo reflex	214,34	0,55	madera aglomerada	117,89	117,89	117,89
suelo escenario	25,56	0,06	parquet	1,53	1,53	1,53
puertas	8,40	0,69	madera	5,80	5,80	5,80
			absorción	376,00	370,30	373,15

Sabine (s)	0,46
	0,47
	0,47

volumen	1085,25
Stotal	217,05

CONCLUSIÓN: EL TIEMPO DA 0'4-1S (MÁS HACIA EL 0'4, PORQUE ESTÁ DESTINADO A EL HABLA) QUE ES LO QUE DEBERÍA DAR SEGÚN LA NORMATIVA VIGENTE, POR TANTO LOS MATERIALES ESCOGIDOS CUMPLEN A REVERBERACIÓN.

ESTADO ACTUAL

Se trata de la sala exposición 3 situada en la segunda planta del edificio. La solución adoptada por el proyectista es de hormigón pintado en suelo, techo y paredes con grandes cristaleras y un hueco de entrada de 8 m sin puertas. Una mala solución acústica, según muestran los cálculos se produce mucha reverberación:

CÁLCULO REVERBERACIÓN:

DEFINICIÓN: ES LA PERSISTENCIA DEL SONIDO EN UNA SALA DESPUÉS DE APAGARSE LA FUENTE, PRODUCE LA PLENITUD DE LOS SONIDOS MUSICALES PERO TAMBIÉN PÉRDIDA DE CLARIDAD EN LOS SONIDOS HABLADOS. SE CALCULA SIN MUEBLES (SILLAS Y MESAS).

$$\text{SABINE: } R_t = \frac{0,162V}{\sum \alpha_i * S_i}$$

zona	s (m ²)	coef abs	material	sala exposición I
ventana	114,00	0,03	vidrio	3,42
paredes	142,00	0,02	hormigón pintado	2,84
suelo	211,05	0,02	hormigón pintado	4,22
techo	211,05	0,02	hormigón pintado	4,22
puertas	40,00	1	abierta	40,00
			absorción	54,70

Sabine (s)	3,13
-------------------	------

volumen	1055,25
Stotal	211,05

CONCLUSIÓN: EL TIEMPO DEBERÍA DAR ENTRE 0'4-1s, LOS VALORES SON MUY SUPERIORES A LOS ADECUADOS, POR TANTO LA SALA PRESENTA MUCHA REVERBERACIÓN (SUPERFICIES REFLECTANTES) Y LA SOLUCIÓN ES REVESTIR LA SALA CON MATERIALES MÁS ABSORBENTES.

MODIFICACIONES GEOMÉTRICAS

SE HA CERRADO EL HUECO DE ENTRADA, SE HA DISPUESTO UNA PUERTA DE DOS HOJAS ABATIBLES PARA LA ENTRADA A ÉSTA DESDE EL CORREDOR Y OTRA PUERTA ABATIBLE DE DOS HOJAS DESDE LA ZONA DE ESPERA.

PLANOS ANEJO B.

PROPUESTA DE MATERIALES

TECHO: TECHO ACÚSTICO DE ALTAS PRESTACIONES DE AISLAMIENTO TÉRMICO Y ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO, COLOR BLANCO. MODELO FIDJI DE LA CASA ISOVER. FICHA TÉCNICA ADJUNTA (ANEJO C).

PAREDES: LAS PAREDES EN LAS SALA DE REUNIONES SON DE PANELES DE MADERA AGLOMERADA DE COLOR HAYA, UNIÓN MACHIHEMBRADA E IGNIFUGA. CASA COMERCIAL IDEATEC. (ANEJO C).

SILLAS Y MESAS: MESAS Y SILLAS DEL CATÁLOGO EDIMET DE EQUIPAMIENTO ESCOLAR (ANEJO C).

SUELO: MOQUETA ACÚSTICA DE COLOR GRIS MARENGO, COLECCIÓN ARC-EN-CIEL DE LA CASA HILADOS DE CASTILLA, COEFICIENTE DE ABSORCIÓN ACÚSTICA: 0'26 (ANEJO C).

PUERTAS: LAS PUERTAS DE ACCESO SON DE MADERA.

ILUMINACIÓN: SE HA OPTADO POR LUMINARIAS SUSPENDIDAS CON ÓPTICA MICROPRISMÁTICA CDP, SON DE LÍNEAS CONTINUAS, MODELO LUCEO DE LA CASA COMERCIAL ERCO (ANEJO C).

SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS

EN EL ANEJO D SE ESPECIFICAN LAS SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS DE TODOS LOS COMPONENTES ESPECIFICADOS ANTERIORMENTE.

ESTUDIO DE LA REVERBERACIÓN

$$\text{SABINE: } R_t = \frac{0,162V}{\sum \alpha_i \cdot S_i}$$

zona	s (m ²)	coef abs	material	sala exposición I
ventana	114,00	0,03	vidrio	3,42
paredes	142,00	0,55	madera	78,10
suelo	211,05	0,26	moqueta	54,87
techo	211,05	1	fidji	211,05
puertas	40,00	1	abierta	40,00
			absorción	387,44

Sabine (s)	0,44
-------------------	------

volumen	1055,25
Stotal	211,05

CONCLUSIÓN: EL TIEMPO DA 0'4-1s (PERO QUE SE APROXIME MÁS A 0'4 PORQUE ESTÁ DESTINADO AL HABLA) QUE ES LO QUE DEBERÍA DAR SEGÚN LA NORMATIVA VIGENTE, POR TANTO LOS MATERIALES ESCOGIDOS CUMPLEN A REVERBERACIÓN.

ESTADO ACTUAL

Se trata de la sala de exposición 4 situada en la planta segunda del edificio, de 162'00m² pero al alargar el forjado se nos queda una sala de 217'92 m². La solución adoptada por el proyectista es de hormigón pintado en suelo, techo y paredes. Una mala solución acústica, según muestran los cálculos se produce mucha reverberación:

CÁLCULO REVERBERACIÓN:

DEFINICIÓN: ES LA PERSISTENCIA DEL SONIDO EN UNA SALA DESPUÉS DE APAGARSE LA FUENTE, PRODUCE LA PLENITUD DE LOS SONIDOS MUSICALES PERO TAMBIÉN PÉRDIDA DE CLARIDAD EN LOS SONIDOS HABLADOS. SE CALCULA SIN MUEBLES (SILLAS Y MESAS).

$$\text{SABINE: } R_t = \frac{0,162V}{\sum \alpha_i \cdot S_i}$$

zona	s (m ²)	coef abs	material	sala exposición I
ventana	15,73	0,03	vidrio	0,47
paredes	253,89	0,02	hormigón pintado	5,08
suelo	162,00	0,02	hormigón pintado	3,24
techo	162,00	0,02	hormigón pintado	3,24
puertas	50,04	1	abierta	50,04
			absorción	62,07

Sabine (s)	2,11
-------------------	------

volumen	810,00
Stotal	162,00

CONCLUSIÓN: EL TIEMPO DEBERÍA DAR ENTRE 0'4-1s, (MÁS HACIA EL 0'4: HABLA); LOS VALORES SON MUY SUPERIORES A LOS ADECUADOS, POR TANTO LA SALA PRESENTA MUCHA REVERBERACIÓN (SUPERFICIES REFLECTANTES) Y LA SOLUCIÓN ES REVESTIR LA SALA CON MATERIALES MÁS ABSORBENTES.

MODIFICACIONES GEOMÉTRICAS

AL ALARGARSE EL FORJADO DE LA PLANTA PRIMERA LA SALA HA AUMENTADO SU SUPERFICIE, SE HA MANTENIDA LA ENTRADA ABIERTA DE 10M.

PLANOS ANEJO B.

PROPUESTA DE MATERIALES

TECHO: TECHO ACÚSTICO DE ALTAS PRESTACIONES DE AISLAMIENTO TÉRMICO Y ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO, COLOR BLANCO. MODELO FIDJI DE LA CASA ISOVER. FICHA TÉCNICA ADJUNTA (ANEJO C).

PAREDES: LAS PAREDES SON DE PANELES DE MADERA AGLOMERADA DE COLOR HAYA, UNIÓN MACHIHEMBRADA E IGNIFUGA. CASA COMERCIAL IDEATEC. (ANEJO C).

SUELO: MOQUETA ACÚSTICA DE COLOR GRIS MARENGO, COLECCIÓN ARC-EN-CIEL DE LA CASA HILADOS DE CASTILLA, COEFICIENTE DE ABSORCIÓN ACÚSTICA: 0'26 (ANEJO C).

ILUMINACIÓN: SE HA OPTADO POR LUMINARIAS ADOSADAS A LA PARED, MODELO DECA DE LA CASA COMERCIAL ERCO (ANEJO C).

SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS

EN EL ANEJO D SE ESPECIFICAN LAS SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS DE TODOS LOS COMPONENTES ESPECIFICADOS ANTERIORMENTE.

ESTUDIO DE LA REVERBERACIÓN

$$\text{SABINE: } R_t = \frac{0,162V}{\sum \alpha_i \cdot S_i}$$

zona	s (m ²)	coef abs	material	sala exposición I
ventana	15,73	0,03	vidrio	0,47
paredes	253,89	0,55	madera	139,64
suelo	217,92	0,23	moqueta	50,12
techo	217,92	1	fidji	217,92
puertas	50,04	1	abierta	50,04
			absorción	458,19

Sabine (s)	0,40
-------------------	------

volumen	1089,60
Stotal	217,92

CONCLUSIÓN: EL TIEMPO DA 0'4 QUE ES LO QUE DEBERÍA DAR SEGÚN LA NORMATIVA VIGENTE, POR TANTO LOS MATERIALES ESCOGIDOS CUMPLEN A REVERBERACIÓN.

PROPUESTA DE MATERIALES

MUEBLES: MUEBLES ESCOGIDOS DEL CATÁLOGO 2010 DE LA CASA DE EXTERIORES DE MOBILIARIO I DISEÑO PARA EXTERIOR (ANEJO C).

SUELO: CUBIERTA TRANSITABLE INVERTIDA REALIZADA CON PLOTS (ANEJO C).

ILUMINACIÓN: EN LA TERRAZA EXTERIOR SE HAN ELEGIDO LUMINARIAS DE PIE CON LED PARA LA ILUMINACIÓN DE LAS MESAS. MODELO ESTILIO DE LA CASA ERCO (ANEJO C).

LA ZONA DE INSTALACIONES SE RODEA DE PANTALLAS ACÚSTICAS INCLINADAS HACIA DENTRO EN SU PARTE SUPERIOR PARA CANALIZAR EL RUIDO HACIA ARRIBA Y QUE NO LLEGUE HASTA LA GENTE DE LA TERRAZA EXTERIOR (ANEJO C).

SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS

EN EL ANEJO D SE ESPECIFICAN LAS SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS DE TODOS LOS COMPONENTES ESPECIFICADOS ANTERIORMENTE.

ESTADO ACTUAL

Se trata de la sala taller situada en el sótano del edificio de 276'60m². La solución adoptada por el proyectista es de hormigón pintado en suelo, techo y paredes con grandes cristaleras y un hueco de entrada de 6 m sin puertas. Una mala solución acústica, según muestran los cálculos se produce mucha reverberación:

CÁLCULO REVERBERACIÓN:

DEFINICIÓN: ES LA PERSISTENCIA DEL SONIDO EN UNA SALA DESPUÉS DE APAGARSE LA FUENTE, PRODUCE LA PLENITUD DE LOS SONIDOS MUSICALES PERO TAMBIÉN PÉRDIDA DE CLARIDAD EN LOS SONIDOS HABLADOS. SE CALCULA SIN MUEBLES (SILLAS Y MESAS).

$$\text{SABINE: } R_t = \frac{0,162V}{\sum \alpha_i \cdot S_i}$$

zona	s (m ²)	coef abs	material	sala exposición l
ventana	56,80	0,03	vidrio	1,70
paredes	261,10	0,02	hormigón pintado	5,22
suelo	276,60	0,02	hormigón pintado	5,53
techo	276,60	0,02	hormigón pintado	5,53
puertas	3,41	0,69	madera	2,35
puertas	29,85	1	abierta	29,85
absorción				47,84

Sabine (s)	4,68
-------------------	------

volumen	1383,00
Stotal	276,60

CONCLUSIÓN: EL TIEMPO DEBERÍA DAR ENTRE 0'4-1s, LOS VALORES SON MUY SUPERIORES A LOS ADECUADOS, POR TANTO LA SALA PRESENTA MUCHA REVERBERACIÓN (SUPERFICIES REFLECTANTES) Y LA SOLUCIÓN ES REVESTIR LA SALA CON MATERIALES MÁS ABSORBENTES.

MODIFICACIONES GEOMÉTRICAS

AL ALARGAR EL FORJADO SE HA ELIMINADO EL PATIO DEL SÓTANO QUE AHORA QUEDA EN LA PRIMERA PLANTA, DANDO ASÍ MÁS SUPERFICIE A LA SALA.

PLANOS ANEJO B.

PROPUESTA DE MATERIALES

TECHO: TECHO ACÚSTICO DE ALTAS PRESTACIONES DE AISLAMIENTO TÉRMICO Y ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO, COLOR BLANCO. MODELO FIDJI DE LA CASA ISOVER. FICHA TÉCNICA ADJUNTA (ANEJO C).

PAREDES: LAS PAREDES EN LAS SALA DE REUNIONES SON DE PANELES DE MADERA AGLOMERADA DE COLOR HAYA, UNIÓN MACHIHEMBRADA E IGNIFUGA. CASA COMERCIAL IDEATEC. (ANEJO C).

SUELO: MOQUETA ACÚSTICA DE COLOR GRIS MARENGO, COLECCIÓN ARC-EN-CIEL DE LA CASA HILADOS DE CASTILLA, COEFICIENTE DE ABSORCIÓN ACÚSTICA: 0'26 (ANEJO C).

PUERTAS: LAS PUERTAS DE ACCESO SON DE MADERA.

ILUMINACIÓN: SE HA OPTADO POR LUMINARIAS SUSPENDIDAS CON ÓPTICA MICROPRISMÁTICA CDP, SON DE LÍNEAS CONTINUAS, MODELO LUCEO DE LA CASA COMERCIAL ERCO (ANEJO C).

SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS

EN EL ANEJO D SE ESPECIFICAN LAS SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS DE TODOS LOS COMPONENTES ESPECIFICADOS ANTERIORMENTE.

ESTUDIO DE LA REVERBERACIÓN

$$\text{SABINE: } R_t = \frac{0,162V}{\sum \alpha_i \cdot S_i}$$

zona	s (m ²)	coef abs	material	sala exposición I
paredes	378,73	0,55	madera aglomerada	208,30
suelo	334,92	0,26	moqueta	87,08
techo	334,92	1	fidji	334,92
puertas	3,41	0,69	madera	2,35
puertas	29,85	1	abierta	29,85
			absorción	660,15

Sabine (s)	0,41
-------------------	------

volumen	1674,60
Stotal	334,92

CONCLUSIÓN: EL TIEMPO DA 0'4-1s (PERO QUE SE APROXIME MÁS A 0'4 PORQUE ESTÁ DESTINADO AL HABLA) QUE ES LO QUE DEBERÍA DAR SEGÚN LA NORMATIVA VIGENTE, POR TANTO LOS MATERIALES ESCOGIDOS CUMPLEN A REVERBERACIÓN.

PROPUESTA DE MATERIALES

PAREDES: HORMIGÓN PINTADO COLOR GRIS.

TECHO: TECHO ACÚSTICO DE ALTAS PRESTACIONES DE AISLAMIENTO TÉRMICO Y ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO, COLOR BLANCO. MODELO FIDJI DE LA CASA ISOVER. FICHA TÉCNICA ADJUNTA (ANEJO C).

ILUMINACIÓN: SE HA OPTADO POR LUMINARIAS SUSPENDIDAS CON ÓPTICA MICROPRISMÁTICA CDP, SON DE LÍNEAS CONTINUAS, MODELO LUCEO DE LA CASA COMERCIAL ERCO (ANEJO C).

SUELO: MOQUETA ACÚSTICA DE COLOR GRIS MARENGO, COLECCIÓN ARC-EN-CIEL DE LA CASA HILADOS DE CASTILLA, COEFICIENTE DE ABSORCIÓN ACÚSTICA: 0'26 (ANEJO C).

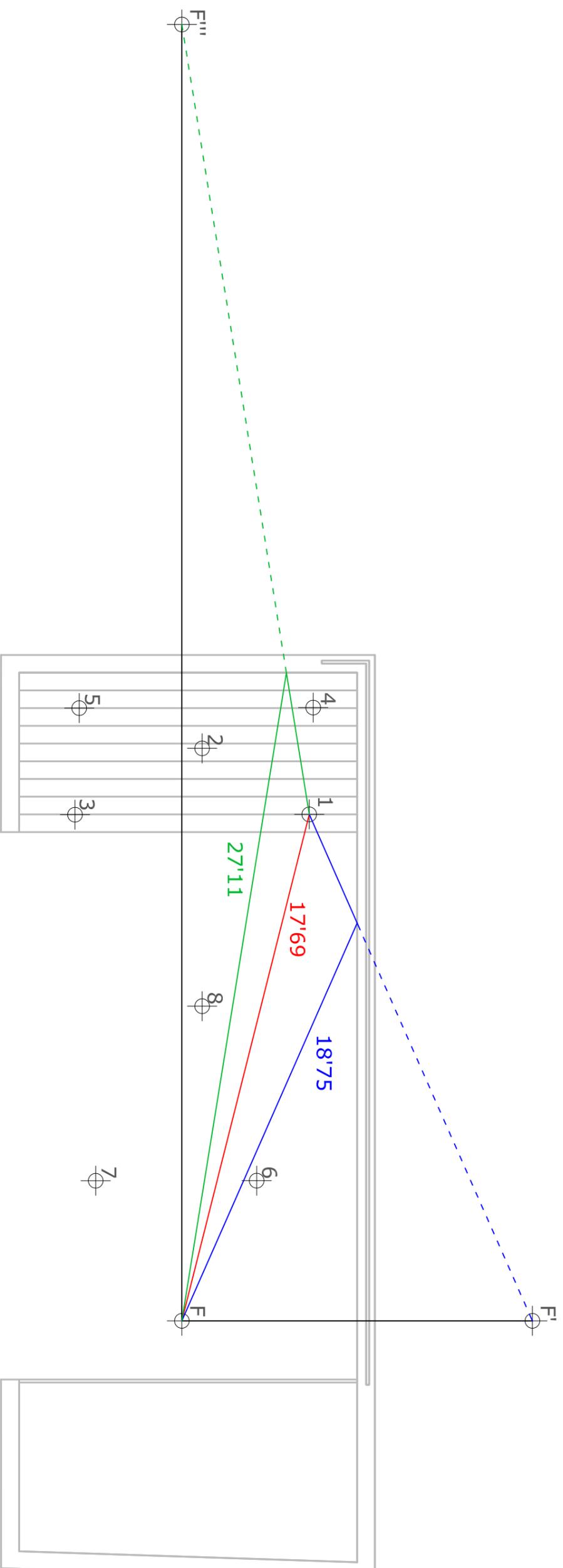
SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS

EN EL ANEJO D SE ESPECIFICAN LAS SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS DE TODOS LOS COMPONENTES DEL AUDITORIO ESPECIFICADOS ANTERIORMENTE.

ANEJO

A

REFLEXIONES AUDITORIO ESTADO ACTUAL



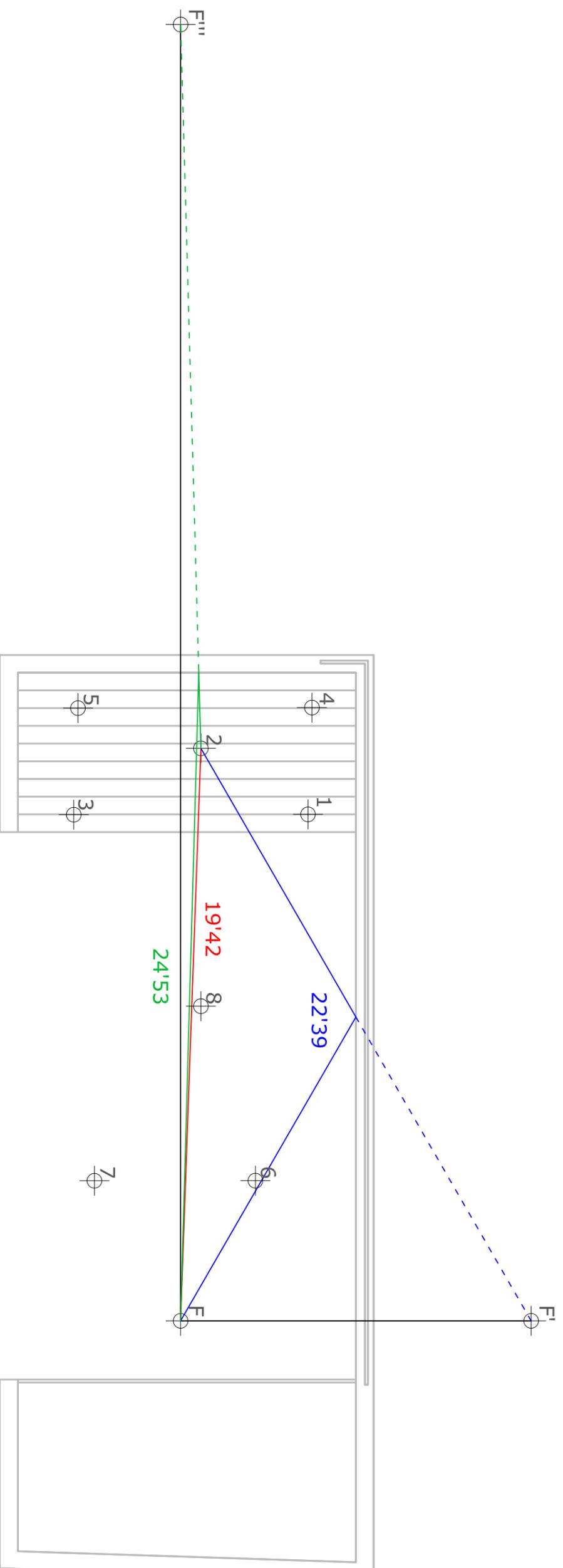
Sonido directo

Reflexiones con la pared lateral derecha

Reflexiones con la pared trasera

Escala 1:150 cotas en metros

REFLEXIONES AUDITORIO ESTADO ACTUAL



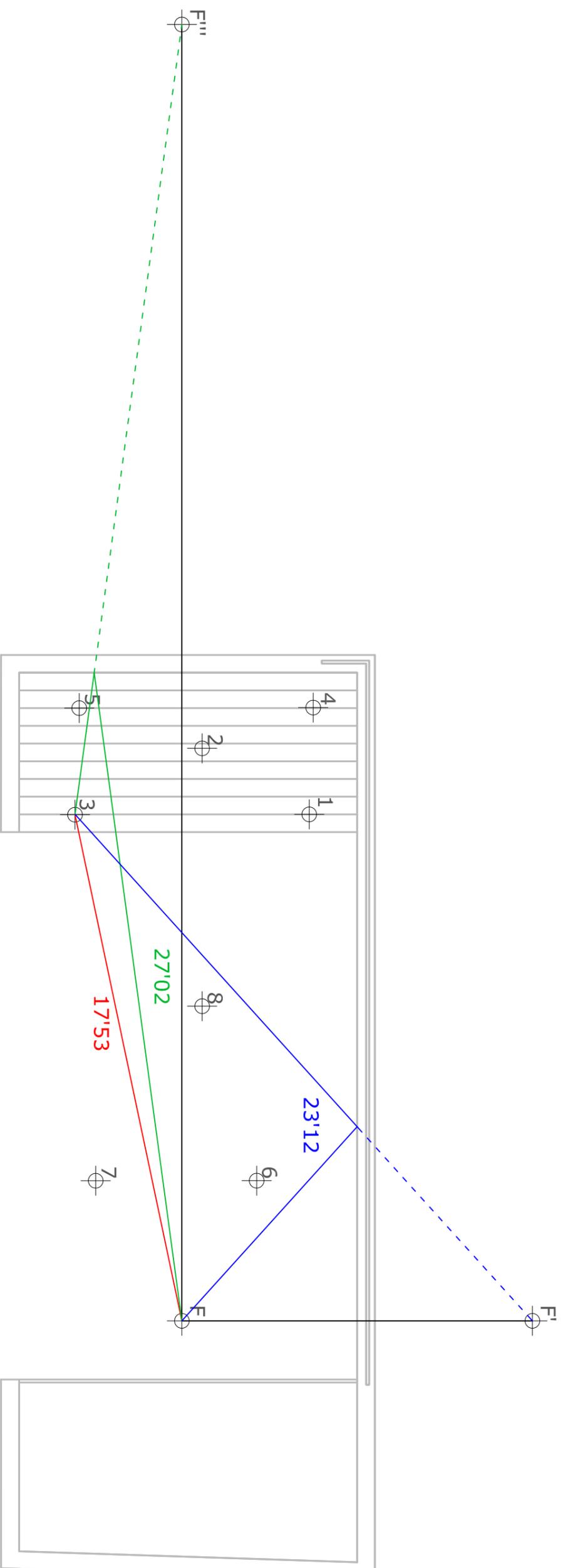
Sonido directo

Reflexiones con la pared lateral derecha

Reflexiones con la pared trasera

Escala 1:150 cotas en metros

REFLEXIONES AUDITORIO ESTADO ACTUAL



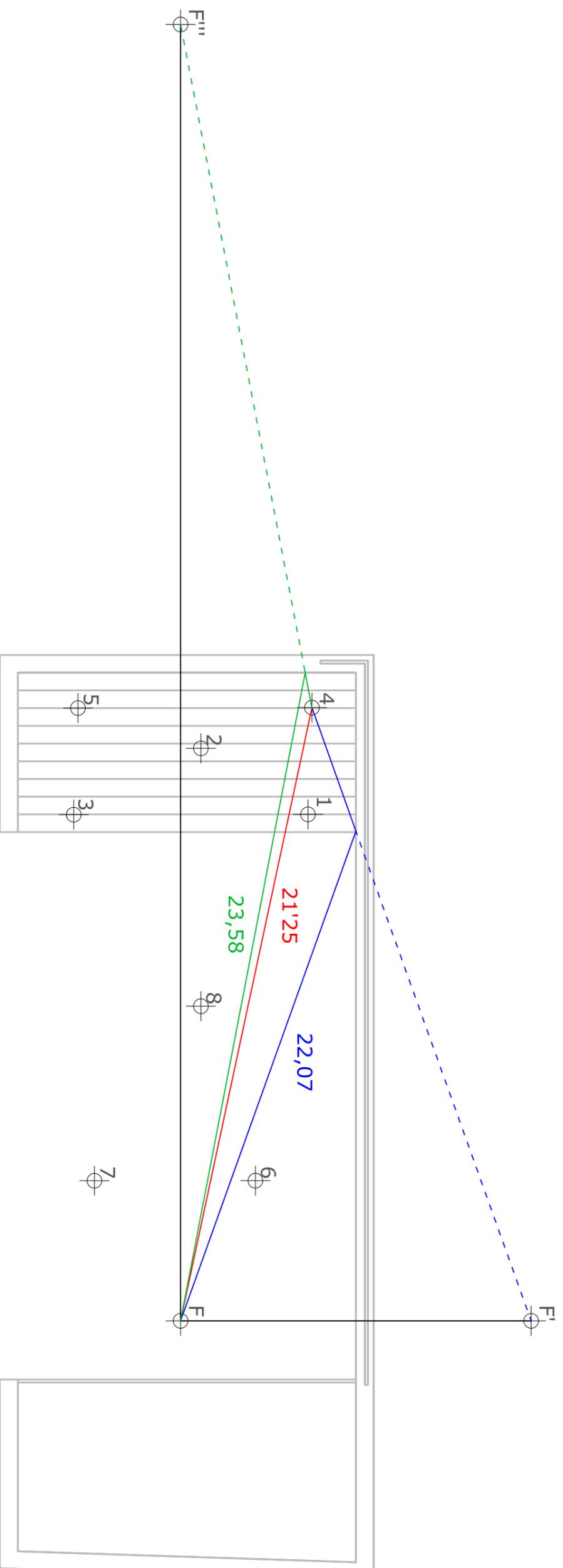
Sonido directo

Reflexiones con la pared lateral derecha

Reflexiones con la pared trasera

Escala 1:150 cotas en metros

REFLEXIONES AUDITORIO ESTADO ACTUAL



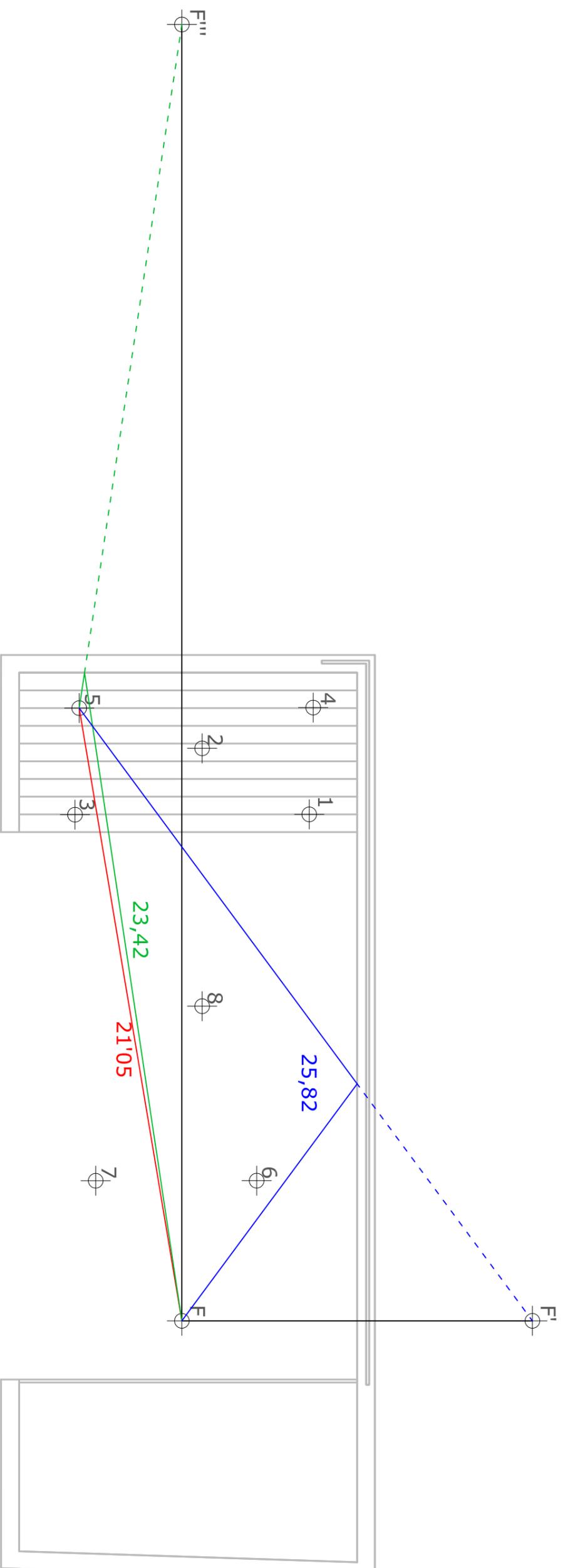
Sonido directo

Reflexiones con la pared lateral derecha

Reflexiones con la pared trasera

Escala 1:150 cotas en metros

REFLEXIONES AUDITORIO ESTADO ACTUAL



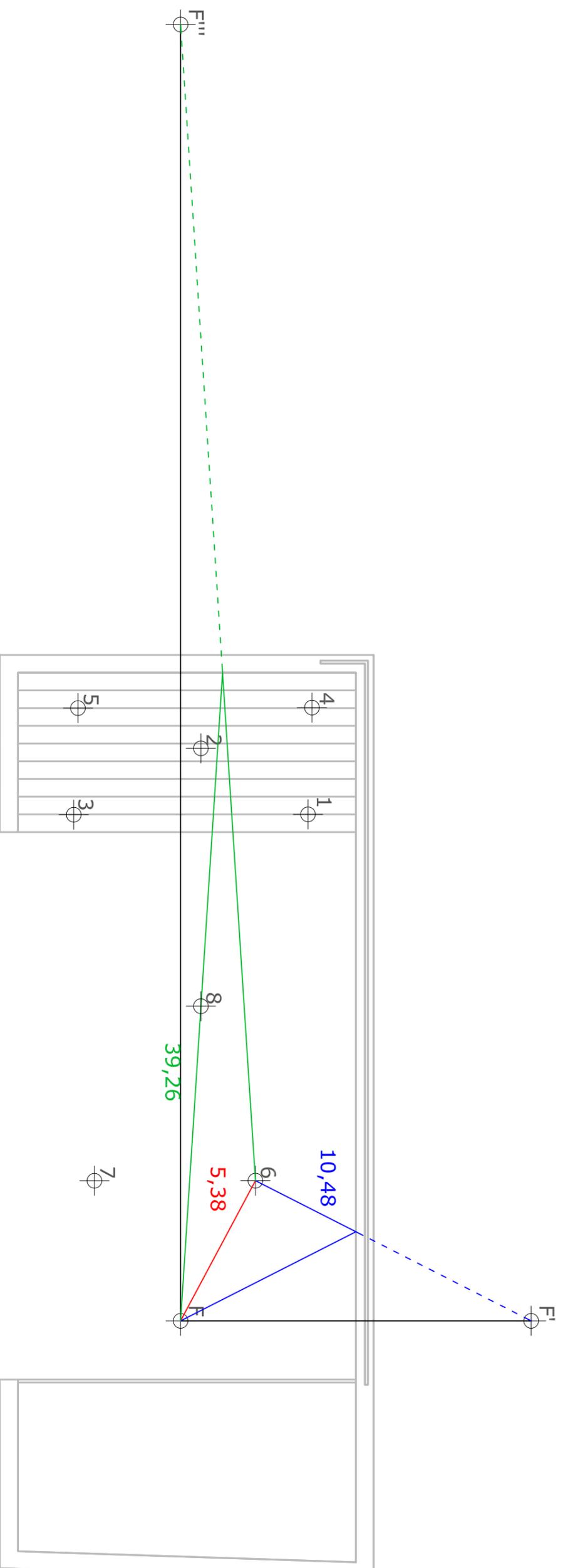
Sonido directo

Reflexiones con la pared lateral derecha

Reflexiones con la pared trasera

Escala 1:150 cotas en metros

REFLEXIONES AUDITORIO ESTADO ACTUAL



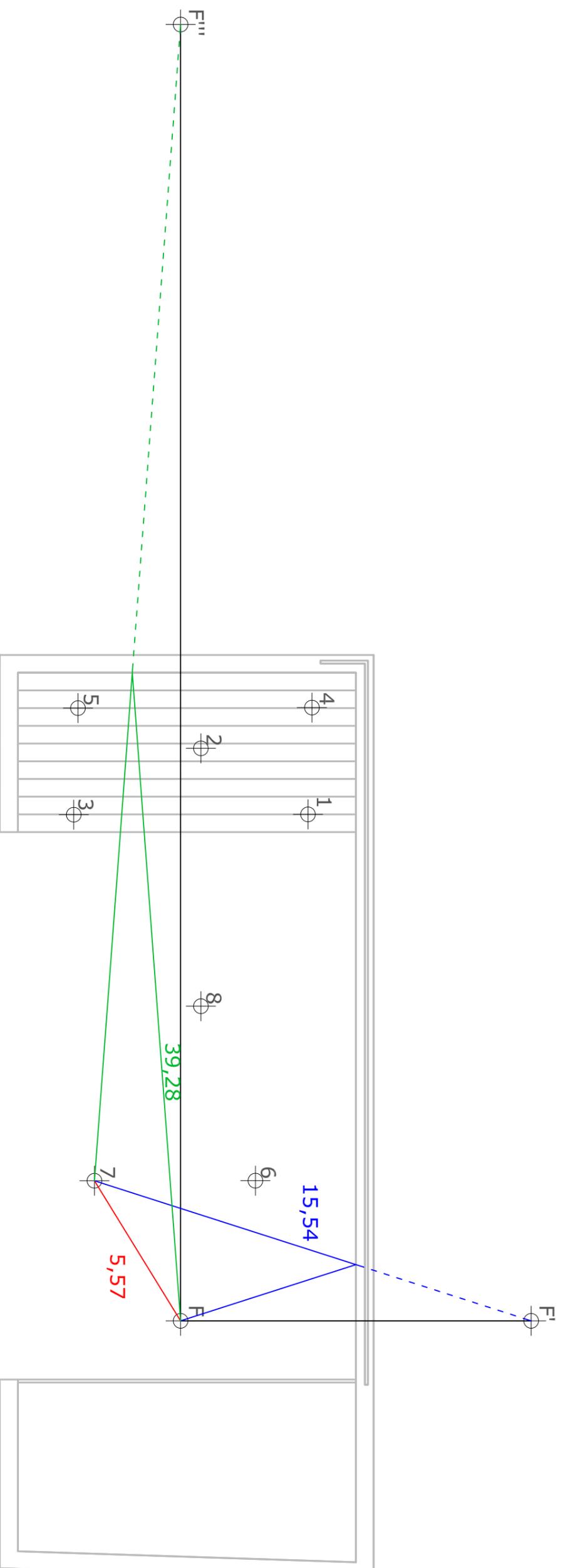
Sonido directo

Reflexiones con la pared lateral derecha

Reflexiones con la pared trasera

Escala 1:150 cotas en metros

REFLEXIONES AUDITORIO ESTADO ACTUAL



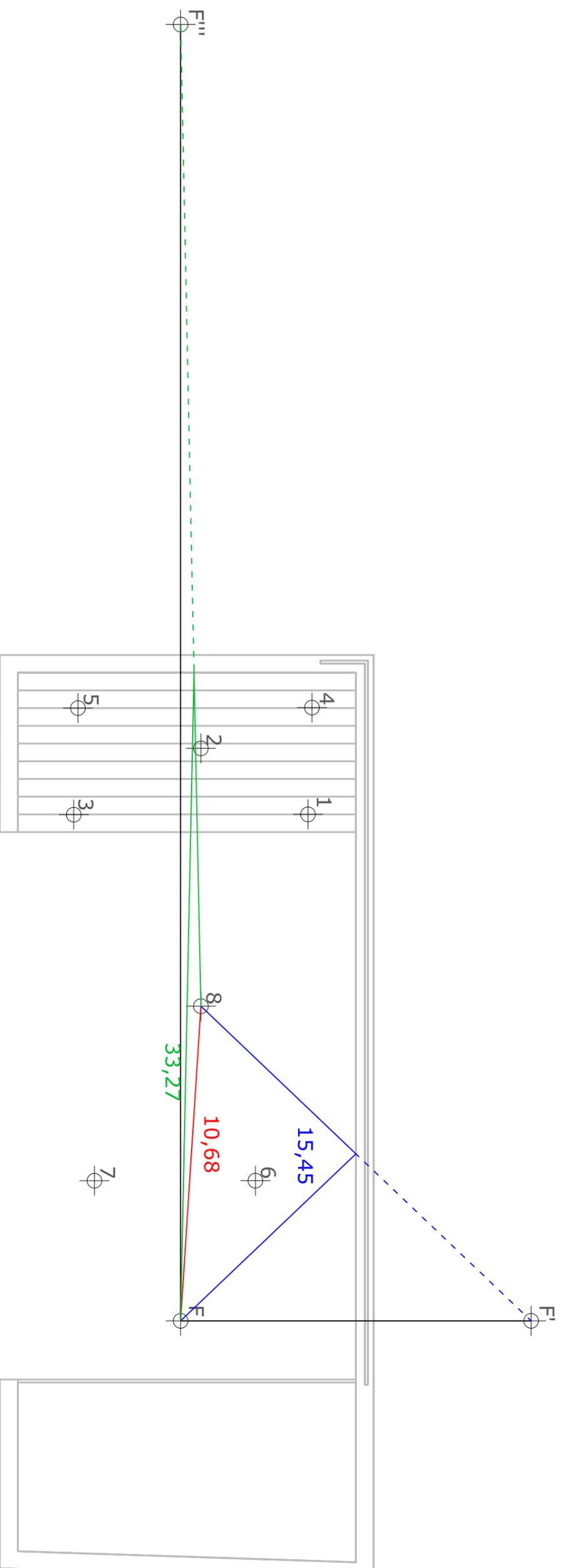
Sonido directo

Reflexiones con la pared lateral derecha

Reflexiones con la pared trasera

Escala 1:150 cotas en metros

REFLEXIONES AUDITORIO ESTADO ACTUAL



Sonido directo

Reflexiones con la pared lateral derecha

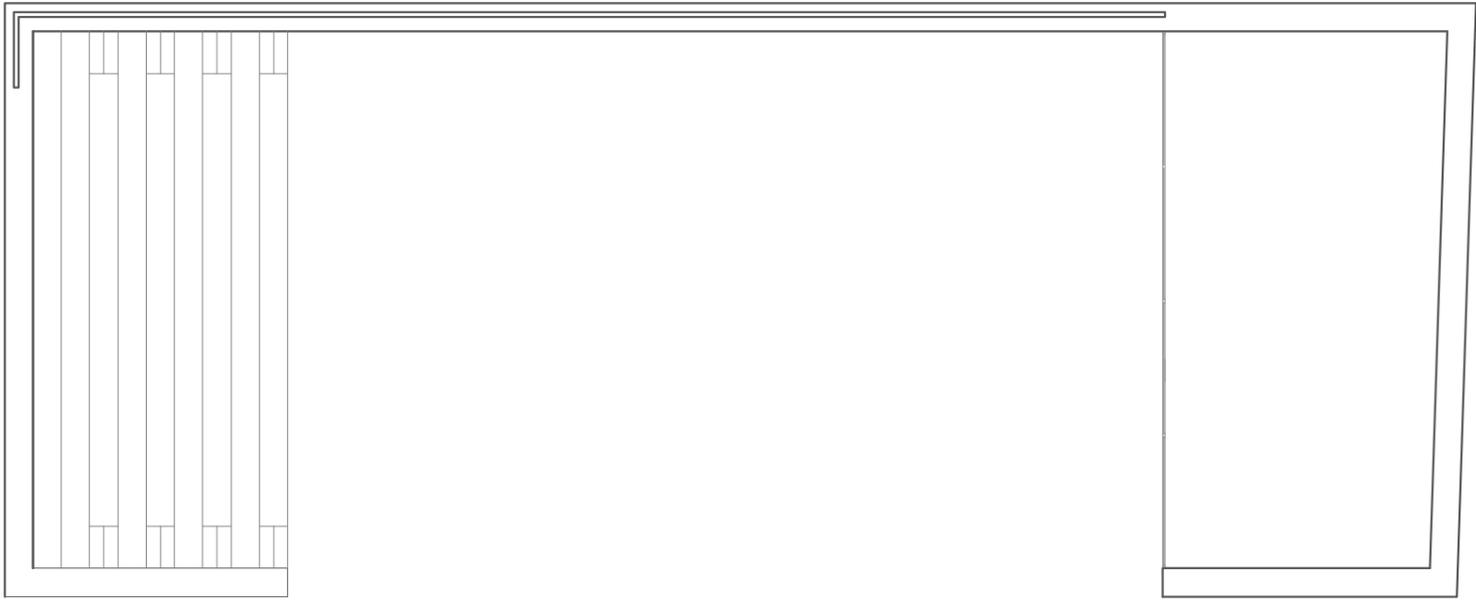
Reflexiones con la pared trasera

Escala 1:150 cotas en metros

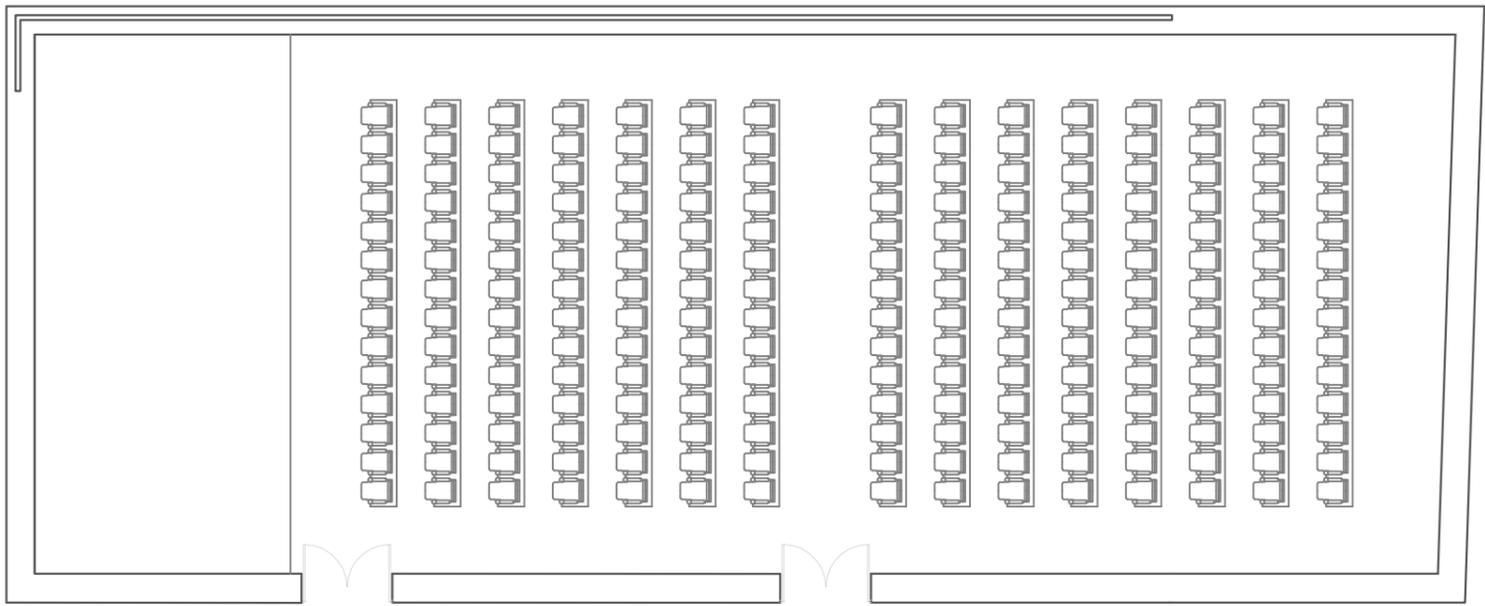
ANEJO

B

MODIFICACIONES GEOMÉTRICAS DEL AUDITORIO



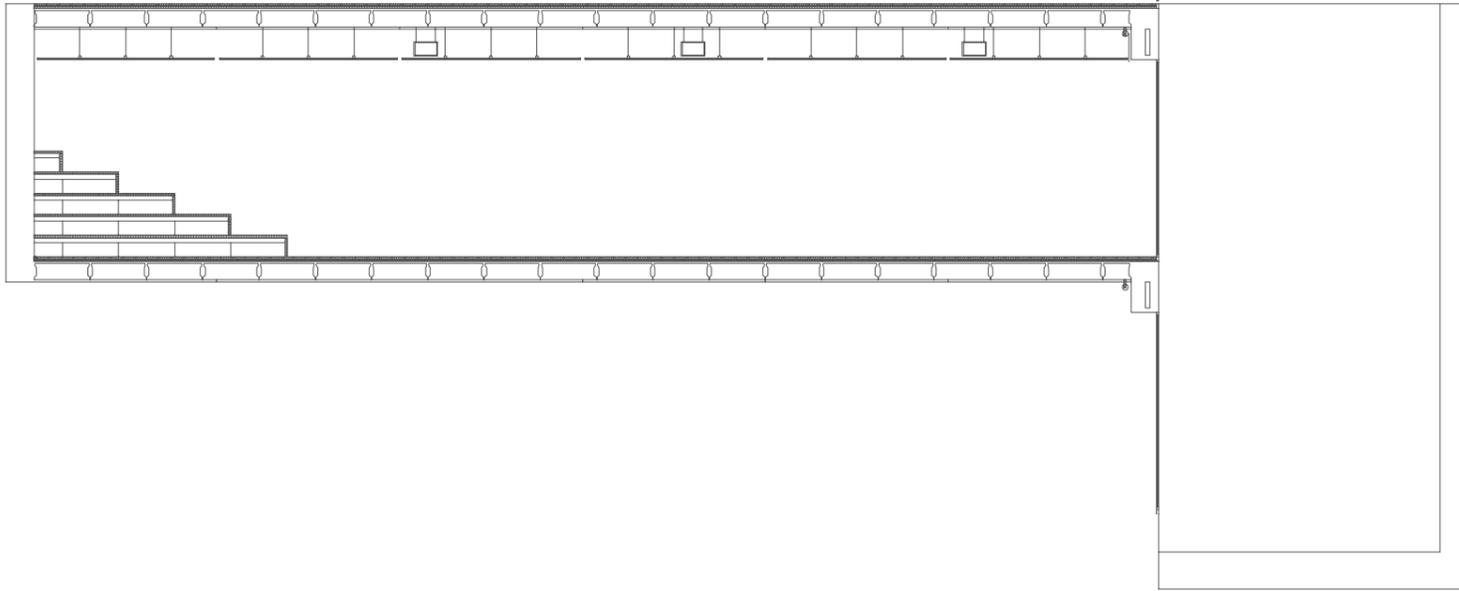
PLANTA ACTUAL



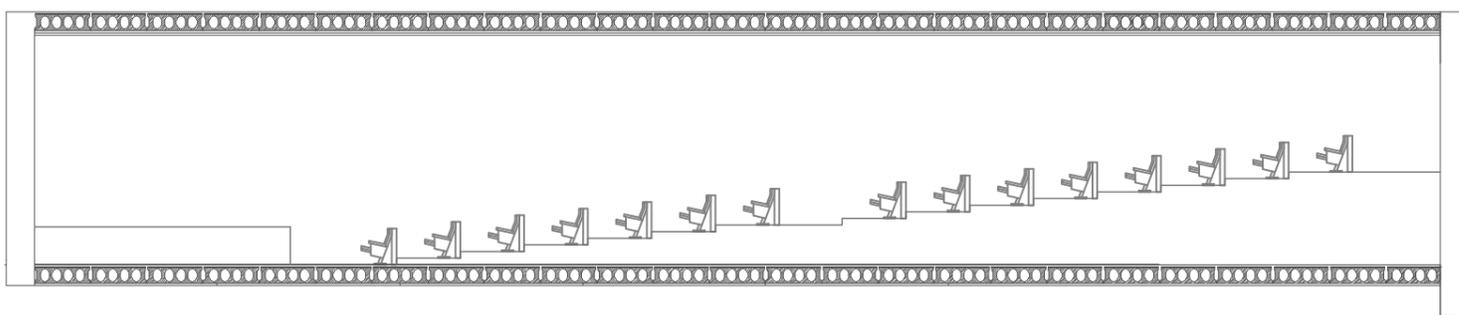
PLANTA MODIFICADA

ESCALA 1/150

MODIFICACIONES GEOMÉTRICAS DEL AUDITORIO



SECCIÓN LONGITUDINAL ACTUAL



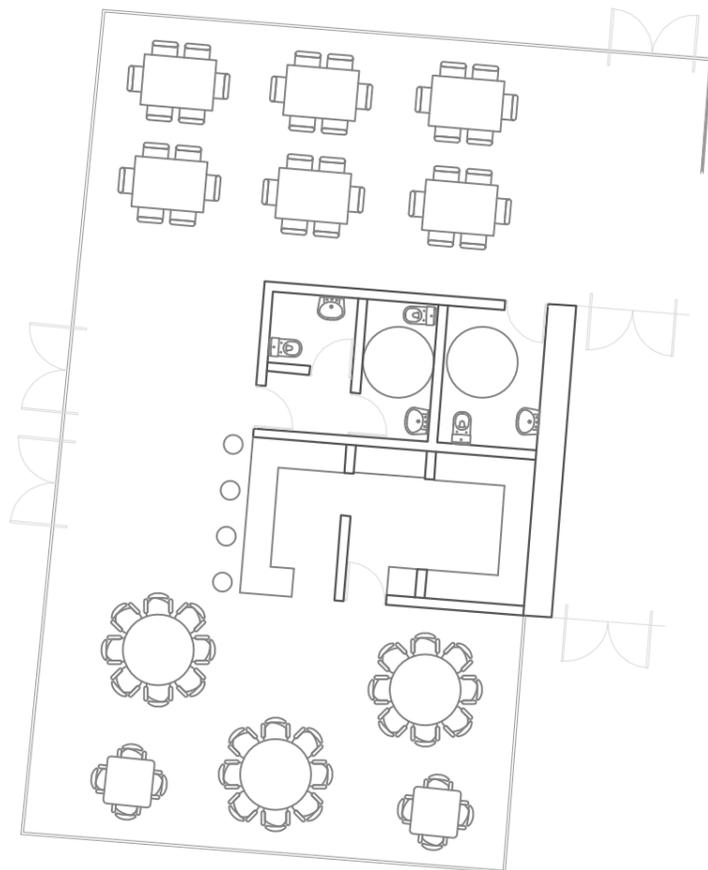
SECCIÓN LONGITUDINAL MODIFICADA

ESCALA 1/150

MODIFICACIONES GEOMÉTRICAS DE LA CAFETERIA



PLANTA ACTUAL



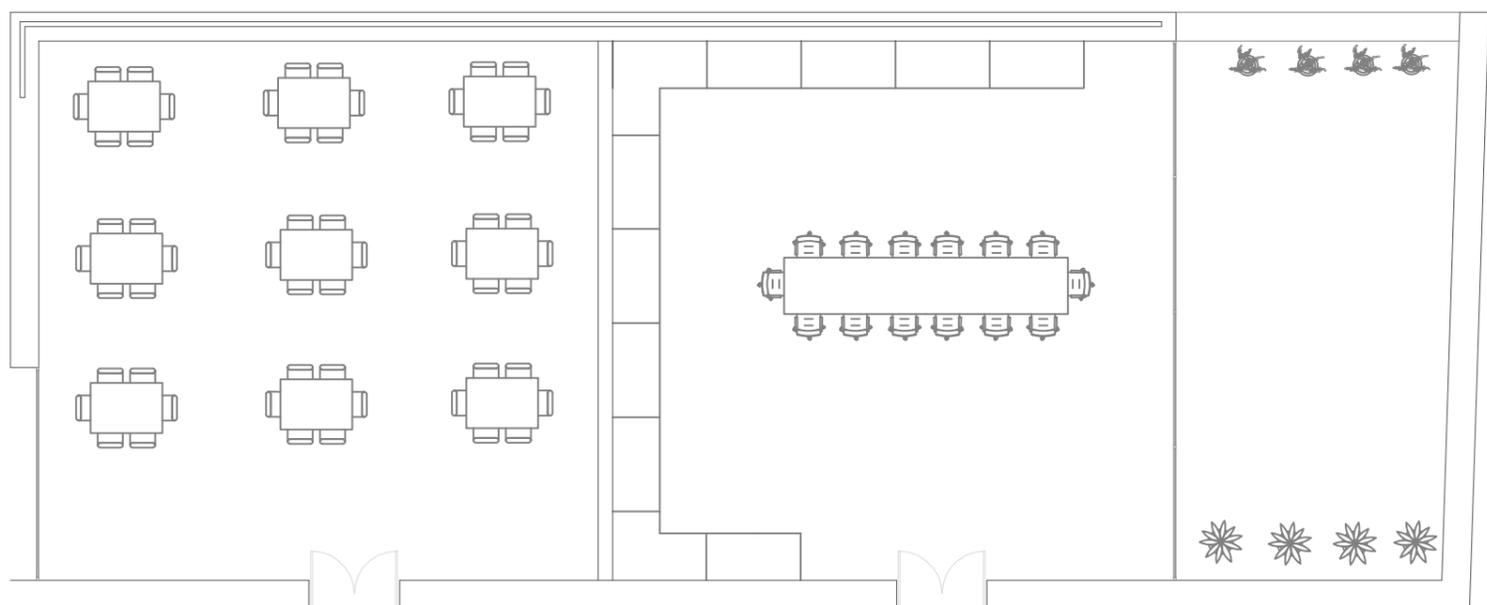
PLANTA MODIFICADA

ESCALA 1/150

MODIFICACIONES GEOMÉTRICAS DE LAS SALAS: REUNIONES Y TALLERES



PLANTA ACTUAL



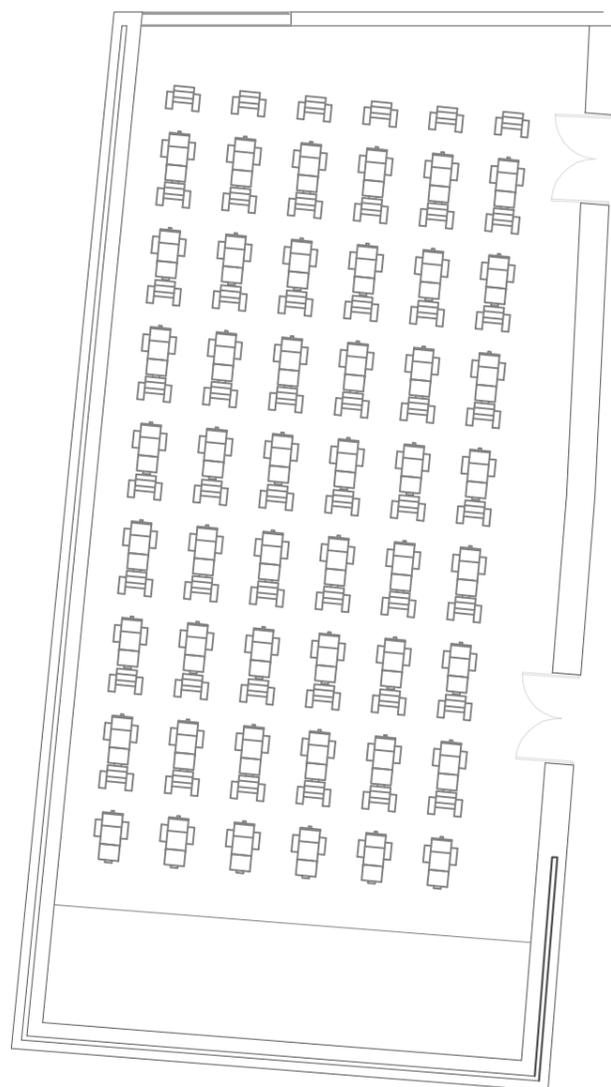
PLANTA MODIFICADA

ESCALA 1/150

MODIFICACIONES GEOMÉTRICAS DE LA SALA DE CONFERENCIAS



PLANTA ACTUAL

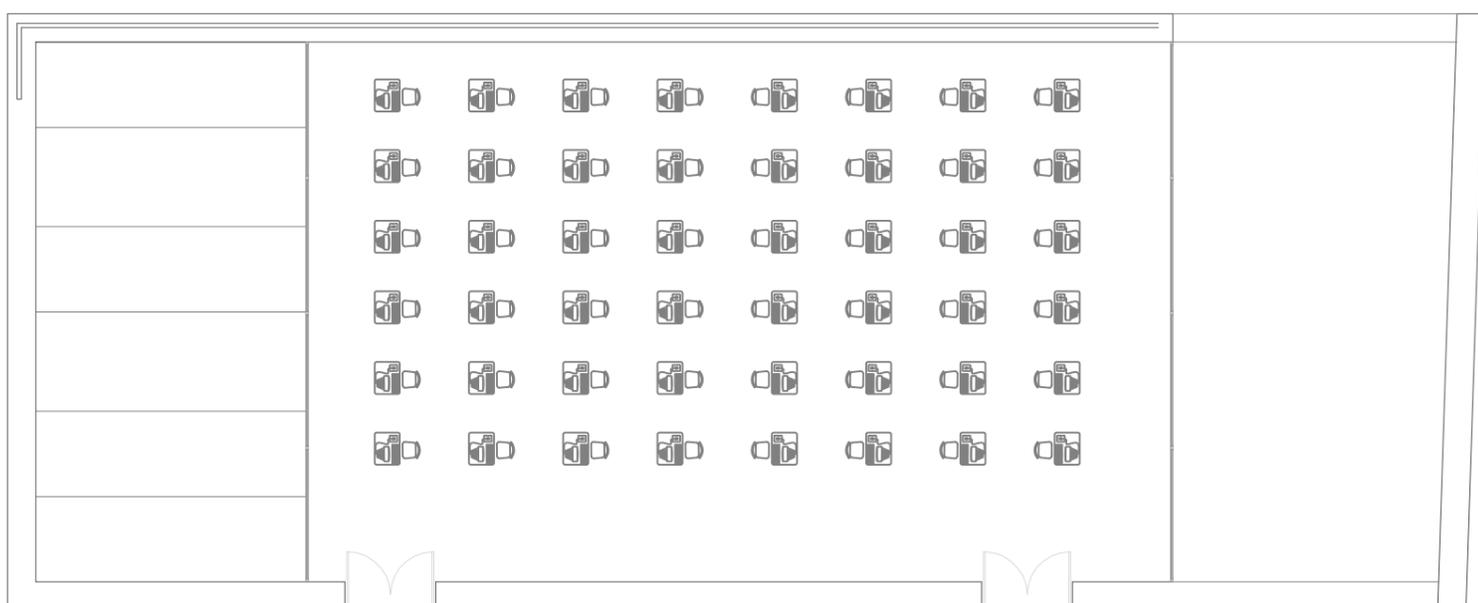


ESCALA 1/150

MODIFICACIONES GEOMÉTRICAS DE LA SALA INFORMÁTICA/MULTIMEDIA



PLANTA ACTUAL



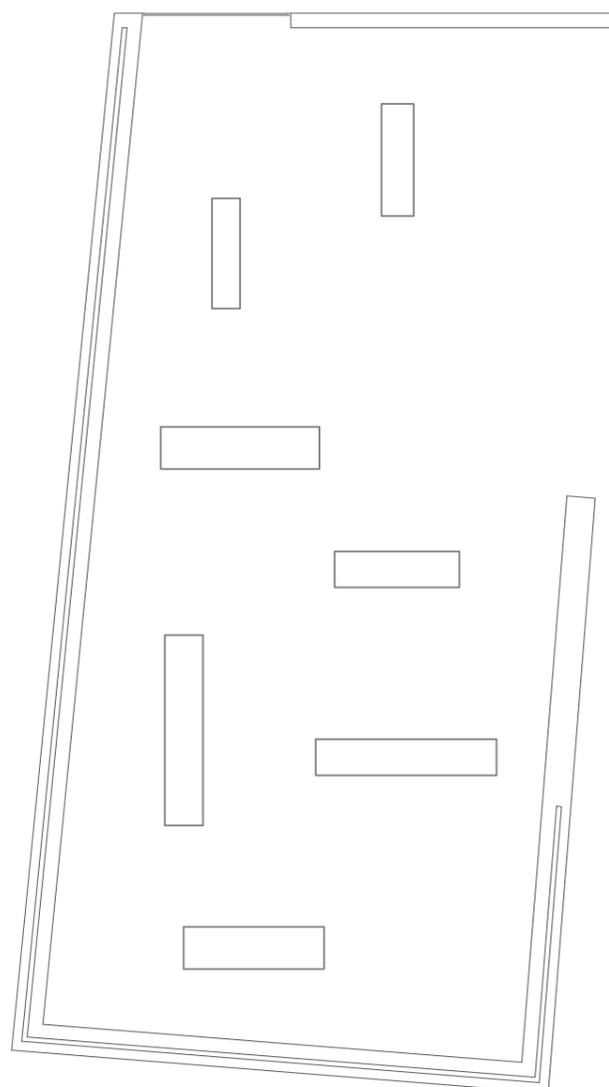
PLANTA MODIFICADA

ESCALA 1/150

MODIFICACIONES GEOMÉTRICAS DE LA SALA DE EXPOSICIONES



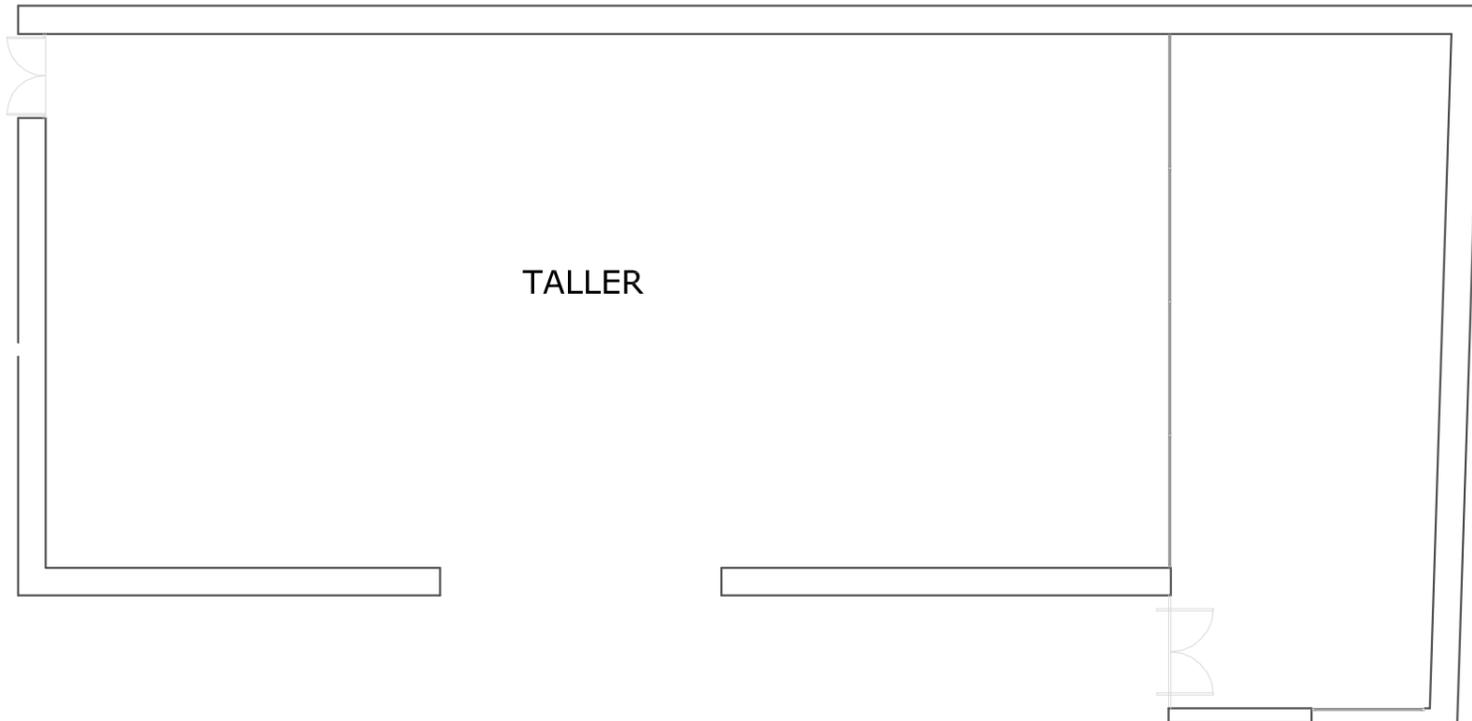
PLANTA ACTUAL



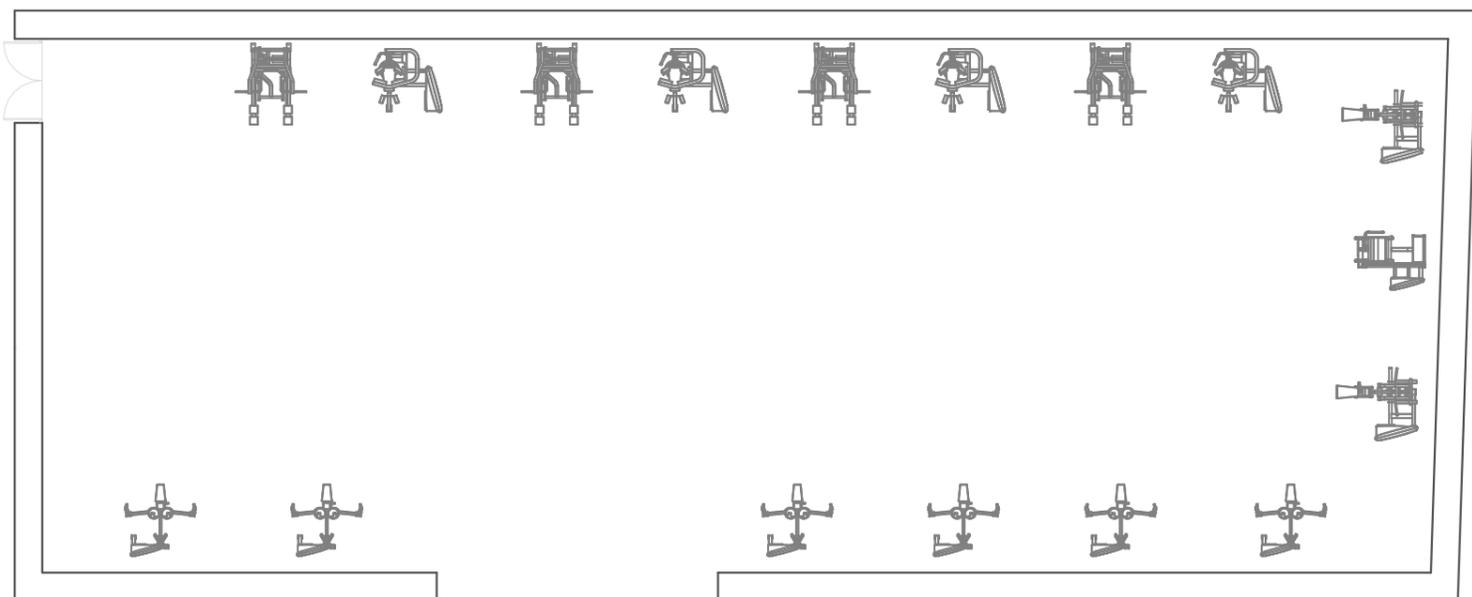
PLANTA MODIFICADA

ESCALA 1/150

MODIFICACIONES GEOMÉTRICAS DE LA SALA DEL SÓTANO



PLANTA ACTUAL



PLANTA MODIFICADA

ESCALA 1/150

ANEJO C

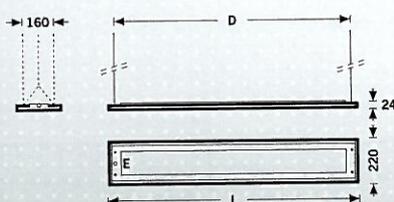




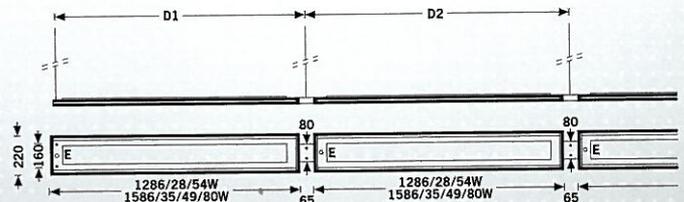
Denominación	TOC	Versión eléctrica		Lámparas	L	D	D1	D2	≈kg
		...E...	...EDD...	W	mm				
Luceo H CDP 128/54...01	49 063...	...04	...07	1 x 28/54	1286	1258			5,0
Luceo H CDP 135/49/80...01	49 064...	...04	...07	1 x 35/49/80	1586	1558			6,3
Luceo H CDP 128/54...03	49 061...	...04	...07	1 x 28/54	1286	1258			5,0
Luceo H CDP 135/49/80...03	49 062...	...04	...07	1 x 35/49/80	1586	1558			6,3
Luceo H CDP 228/54...01	49 067...	...04	...07	2 x 28/54	1286	1258			5,0
Luceo H CDP 235/49...01	49 068...	...04	...07	2 x 35/49	1586	1558			6,3
Luceo H CDP 280...01	46 855...	...04	...07	2 x 80	1586	1558			6,3
Luceo H CDP 228/54...03	49 065...	...04	...07	2 x 28/54	1286	1258			5,0
Luceo H CDP 235/49...03	49 066...	...04	...07	2 x 35/49	1586	1558			6,3
Luceo H CDP 280...03	46 856...	...04	...07	2 x 80	1586	1558			6,3
Luminarias en línea continua*									
Luceo H-L CDP 128/54 ... 01	49 907...	...04	...07	1 x 28/54	1286		1303	1350	5,0
Luceo H-L CDP 135/49/80 ... 01	49 908...	...04	...07	1 x 35/49/80	1586		1603	1650	6,3
Luceo H-L CDP 128/54 ... 03	49 912...	...04	...07	1 x 28/54	1286		1303	1350	5,0
Luceo H-L CDP 135/49/80 ... 03	49 913...	...04	...07	1 x 35/49/80	1586		1603	1650	6,3
Luceo H-L CDP 228/54...01	49 909...	...04	...07	2 x 28/54	1286		1303	1350	5,0
Luceo H-L CDP 235/49...01	49 910...	...04	...07	2 x 35/49	1586		1603	1650	6,3
Luceo H-L CDP 280...01	49 911...	...04	...07	2 x 80	1586		1603	1650	6,3
Luceo H-L CDP 228/54 ... 03	49 914...	...04	...07	2 x 28/54	1286		1303	1350	5,0
Luceo H-L CDP 235/49 ... 03	49 915...	...04	...07	2 x 35/49	1586		1603	1650	6,3
Luceo H-L CDP 280 ... 03	49 916...	...04	...07	2 x 80	1586		1603	1650	6,3

* Los cabezales para los extremos de línea continua deben pedirse por separado.

Luceo H CDP...



Luceo H-L CDP...



Marcos

Cada uno tiene un concepto diferente de lo que es un diseño acertado. Aquí ofrecemos algunos ejemplos.

Posicionado el marco uniformemente alrededor del cuadrado, abierto hacia abajo o en forma de cuña diagonal: las distintas soluciones con marco cambian la apariencia de la Deca a través de un elegante color gris plateado. Y, de esa manera, la convierten en un elemento arquitectónico muy flexible. En muchos casos son los pequeños aceros los que abren el camino hacia una multitud de posibilidades.





Obturadores

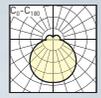
Cada espacio es diferente. Qué suerte que pase lo mismo con la TRILUX Deca.

La TRILUX Deca presenta una forma sencilla – y, sin embargo, ofrece un sinfín de posibilidades de diseño. A parte de los marcos, también los obturadores de alta calidad fabricados en aluminio de color gris plateado permiten una adaptación individual al espacio. Y lo mejor de todo esto: se pueden desplazar libremente. Una maniobra simple – y la Deca se convierte en una nueva Deca.

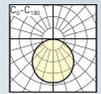
Datos del producto

IP50 0,2 Joule, 650°C --PC--, 0,5 Joule, 850°C --E--

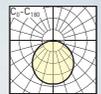
Denominación	TOC	Versión eléctrica			Lámparas W	Dimensiones			≈ kg
		--E--	--ED--	--K--		L	A	A	
Deca WD1 2TCD13...	50 961...	--04	--02		2 x TC-DI(EL)13	280	280	94	1,3
Deca WD1 2TCD13 PC...	51 196...	--04	--02		2 x TC-DI(EL)13	280	280	94	1,7
Deca WD1 2TCS9...	50 988...	--04	--02		2 x TC-SI(EL)9	280	280	94	1,3
Deca WD1 2TCS9 PC...	51 195...	--04	--02		2 x TC-SI(EL)9	280	280	94	1,7
Deca WD2 2TCL18...	50 986...	--04	--05	--02	2 x TC-L18	350	350	94	2,1
Deca WD2 2TCL18 --EB3	50 985...	--04			2 x TC-L18	350	350	94	2,7
Deca WD2 2TCL18 PC...	51 198...	--04	--05	--02	2 x TC-L18	350	350	94	2,1
Deca WD2 2TCL18 PC --EB3	51 197...	--04			2 x TC-L18	350	350	94	2,7
Deca WD3 2TR22+40...	50 983...	--04			1x TR22+1xTR40	450	450	94	2,5
Deca WD3 2TR22+40 --EB3h	51 731...	--04			1x TR22+1xTR40	450	450	94	3,5
Deca WD3 2TR22+40 PC...	51 199...	--04			1x TR22+1xTR40	450	450	94	2,5
Deca WD3 2TR22+40 PC --EB3h	51 732...	--04			1x TR22+1xTR40	450	450	94	3,5
Deca WD3 3TCL24...	50 984...	--04	--02		3 x TC-L24	450	450	94	4,4
Deca WD3 3TCL24 PC...	51 200...	--04	--02		3 x TC-L24	450	450	94	4,5



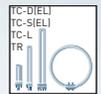
Deca WD2 2TCL18E
UTE: 0.47 G + 0.11 T
DIN 5040: B31
CIBSE: BZ 5
NBN L 14-002: BZ 5



Deca WD2 2TCL18E+ZP
UTE: 0.39 E + 0.00 T
DIN 5040: A40
CIBSE: BZ 5
NBN L 14-002: BZ 5



Deca WD2 2TCL18E+ZPA
UTE: 0.41 E + 0.02 T
DIN 5040: A40
CIBSE: BZ 5
NBN L 14-002: BZ 5



Sistema óptico

Luminaria decorativa de forma cuadrada, adosable en techos y paredes, con difusor opal en PLEXIGLAS y con una superficie finamente rugosa mate.

--PC-- Con difusor en policarbonato.

Cuerpo de luminaria

Cuerpo de luminaria en chapa de acero, blanco, lacado en polvo.

Accesorios

Múltiples accesorios de decoración opcionales – obturadores, marcos y soportes murales – para las variantes de diseño individuales, véase la página 24.

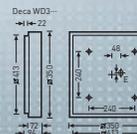
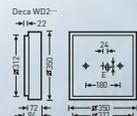
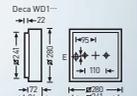
Versión eléctrica

--K-- Con reactancias inductivas de baja pérdida, suministradas en compensación paralela.

--E-- Con balastos electrónicos.

--ED-- Con balastos electrónicos regulables.

--E EB3h-- Alumbrado de emergencia con sistema de batería individual integrado, tiempo de servicio nominal 3h.



Estilio

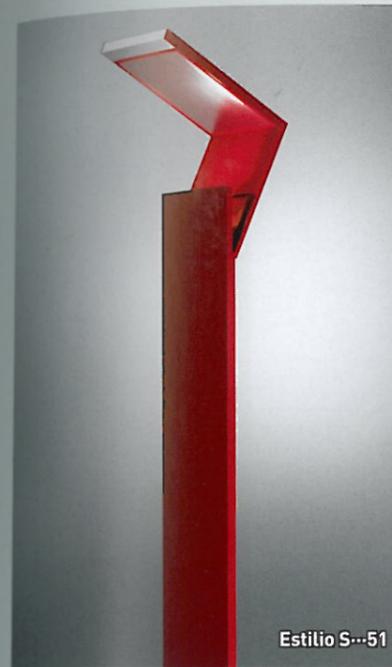
La TRILUX Estilio. Por primera vez se reduce el diseño de una luminaria de pie con todas las consecuencias al mínimo absoluto. Un sólo perfil plano y elegante forma tanto la cabeza de luminaria como su pie, mediante dos sencillos ángulos de 90 grados. Además, gracias a su concepción innovadora, el diseño de la TRILUX Estilio prescinde de todos los elementos de mando. El resultado es una estética purista que, en el fondo, solamente permite la forma más minimalista de iluminación. Una luz LED de alta potencia moderna y con gran eficiencia energética. Las lámparas y el sistema de refrigeración están escondidos en el delgado perfil de pie – gracias a una mecánica innovadora que permite inclinar la cabeza de la luminaria –; cuando se enciende la luminaria, se activa automáticamente el haz de luz dirigido hacia arriba. Un reflector ubicado en la parte inferior de la cabeza de la luminaria dirige la luz directamente hacia el área de trabajo gracias a unas ópticas individuales; debido a su mecánica continua ubicada en la cabeza de la luminaria, se puede realizar esta operación individualmente según se desee. El efecto es una estética máxima a través de unas formas reducidas y una eficacia optimizada de la iluminación.



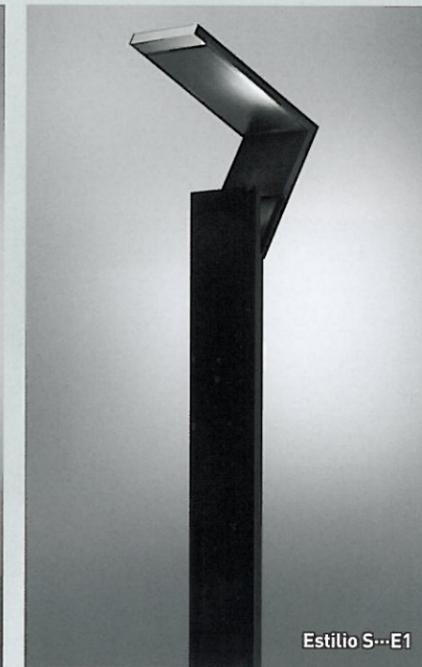
UPV

Estilio Luminaria de pie innovadora con LEDs para la iluminación de áreas de trabajo

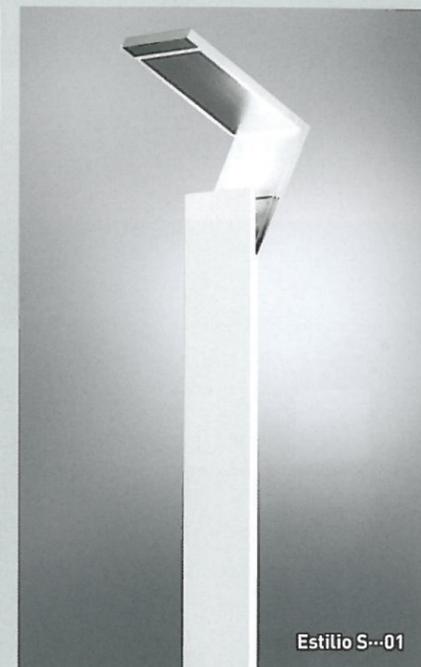
IP20 0,5 Joule 960 °C



Estilio S...51



Estilio S...E1



Estilio S...01

Denominación	TOC	Lámparas	Color de la luz	Color	≈kg
		W			
Estilio S LED-W ET E6	56 596 40	6 x LED 3 W	De color blanco	Gris plata	12,1
Estilio S LED-W ET 51	56 671 40	6 x LED 3 W	De color blanco	Rojo rubí	12,1
Estilio S LED-W ET E1	56 672 40	6 x LED 3 W	De color blanco	Negro brillante	12,1
Estilio S LED-W ET 01	56 788 40	6 x LED 3 W	De color blanco	Blanco	12,1

Las luminarias se suministran con enchufes Schuko específicos para cada país.

Aplicación

Para una iluminación adicional representativa de zonas o áreas de trabajo, por ejemplo, escritorios, así como salas de espera o de estar.

Sistema óptico

Con 6 LEDs de 3W alta potencia, de color blanco neutro y portaluminarias. Para encender la luminaria se tiene que inclinar su cabeza hacia atrás. El reflector secundario integrado en la cabeza de la luminaria está fabricado en aluminio satinado de reflexión reforzada y sirve para redirigir y orientar la luz hacia el área de trabajo. Para ello, una óptica primaria especial, convergente y prismática ubicada en la línea de los LEDs, dirige la luz de forma precisa hacia el reflector secundario de tal manera que la distribución difusa de las intensidades luminosas consigue una uniformidad que cumple con la norma DIN 5035-8.

Cuerpo de luminaria

Luminaria de pie directa fabricada con un perfil de aluminio completamente plano. El pie y la cabeza de la luminaria forman un ángulo de 90°. Su cabeza puede inclinarse hacia atrás, ángulo máximo de 30°. Mayor seguridad anti-vuelco de hasta 8°.

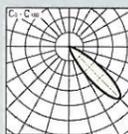
- ...03 Gris plateado.
- ...51 Rojo rubí.
- ...E1 Negro brillante.
- ...01 Blanco.

Conexión eléctrica

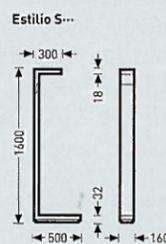
Con cable flexible y conector schuko. La luminaria se enciende y se apaga inclinando su cabeza.

Versión eléctrica

Con transformador electrónico.



Estilio S LED-W ET 01
UTE: 0,65 l + 0,06 T
DIN 5040: A32
CIBSE: BZ 8/75/
BZ 6/1.5/BZ 5
NBN L 14-002: BZ 7/
.8/BZ 6/1.25/BZ 5



108

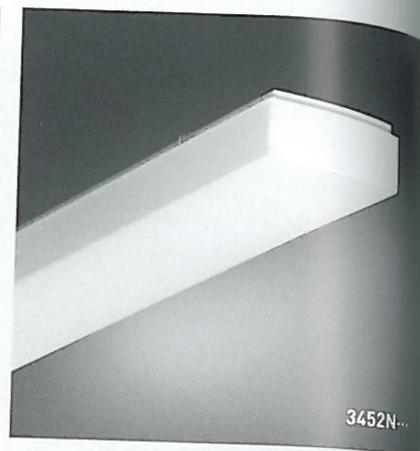
Serie 34...

Luminarias empotrables con difusor opal de PLEXIGLAS



Accesorios 177
Carriles 506
Datos de lámpara 525

IP50 0,2 Joule 650 °C



Aplicación

Oficinas, locales comerciales, salas de exposiciones, salas de estar, pasillos.

Sistema óptico

Difusor opal de PLEXIGLAS, fabricado en una sola pieza, particularmente estable. Sujeción segura del difusor mediante cierres manuales de material sintético.

Cuerpo de luminaria

Chapa de acero, lacada en polvo de color blanco.

.../36, .../58 con aberturas practicables frontales para cableado continuo termorresistente. 3452N... adicionalmente con aberturas practicables para el alumbrado de emergencia y el cableado continuo fuera de la lámpara mediante cable con envoltura plástica ligera de hasta Ø 12 mm, tendido de cables definido entre luminaria y techo.

Locales con riesgo de incendio particular

Gracias a las bajas temperaturas en la superficie y su alto grado de protección, las versiones son aptas para su uso en locales con particular riesgo de incendio.

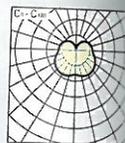
Versión eléctrica

...E Con balasto electrónico.

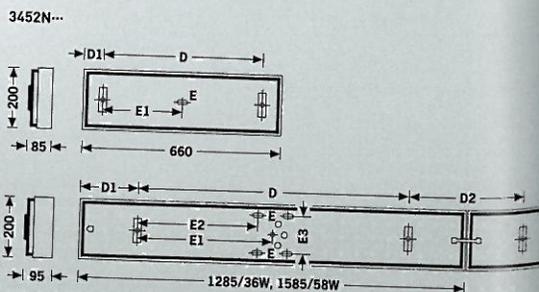
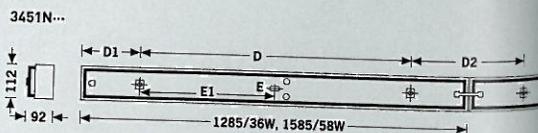
Otras versiones eléctricas bajo pedido.

Denominación	TOC	Lámparas	D	D1	D2*	E1	E2	E3	≈kg
		W	mm						
3451N/36...	11 176 04	1 x 36	900	193	390	450	-	-	3,4
3451N/58...	11 177 04	1 x 58	1200	193	390	600	-	-	4,4
3452/18...	11 182 04	2 x 18	530	65	-	395	-	-	2,5
3452N/36...	11 183 04	2 x 36	900	193	390	450	400	124	5,2
3452N/58...	11 184 04	2 x 58	1200	193	390	600	450	124	7,2

* D2 = Medida mínima por la dilatación térmica del difusor de la luminaria, adaptada al acoplamiento de luminaria 3450...



3451 N/58
UTE: 0,50 H + 0,24 T
DIN 5040: B21
CIBSE B2 6
NBN L 14-002: BZ 6



Solvan

Luminarias suspendidas con recubrimiento prismático de PLEXIGLAS (OTA) o policarbonato (OA-PC)



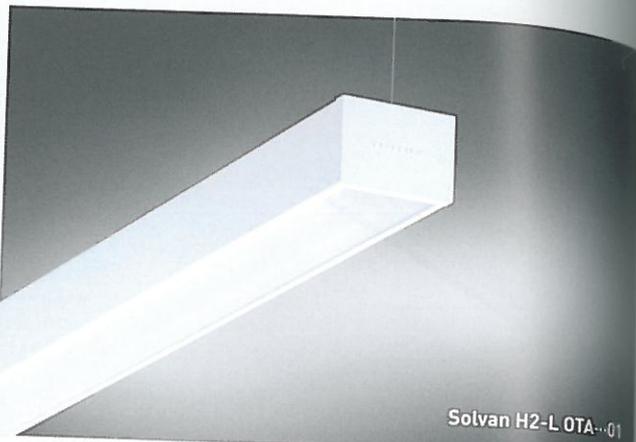
Accesorios
Datos de lámpara

► 264

IP20 0,2 Joule 650 °C ...OA-PC... 850 °C



Solvan H1-L OA-PC...03



Solvan H2-L OTA...01

Aplicación

Luminaria de superficie en línea continua, muy estrecha, con forma cuadrada filigrana para la iluminación de salas de conferencias, oficinas, pasillos, vestíbulos, salas de exposiciones y locales comerciales.

Sistema óptico

Directo e indirecto. Recubrimiento opal, integrado a ras en el cuerpo de luminaria. ...OTA... Con una superficie ligeramente rugosa de PLEXIGLAS. ...OA-PC... Con una superficie lisa de policarbonato.

Cuerpo de luminaria

Chapa de acero de color blanco (...01) o gris plateado (...03), lacada en polvo. Formas muy finas. Cuerpo de luminaria con perfiles de acoplamiento integrados para líneas continuas en alineación precisa. Pedir por separado: cabezales para luminarias individuales o luminarias en línea continua, suspensiones por cable, cable de alimentación y conector de diseño para la conexión en el techo [ver accesorios].

Versión eléctrica

...28/54..., ...35/49... y ...35/49/80... en tecnología Multi-Lamp para operar con lámparas T5 de diferentes potencias. ...E... Con balasto electrónico. ...ED... Con balasto electrónico regulable con interface 1-10 V. ...EDD... Con balasto digital electrónico regulable con interface DALI.

Otras versiones eléctricas bajo pedido.

Denominación*

Color blanco

Solvan H1-L OTA 128/54...01

Solvan H1-L OTA 135/49/80...01

Solvan H2-L OTA 228/54...01

Solvan H2-L OTA 235/49...01

Solvan H2-L OTA 235/49/80...01

Solvan H2-L OTA 280...01

Color gris plata

Solvan H1-L OTA 128/54...03

Solvan H1-L OTA 135/49/80...03

Solvan H2-L OTA 228/54...03

Solvan H2-L OTA 235/49...03

Solvan H2-L OTA 235/49/80...03

Solvan H2-L OTA 280...03

Color blanco

Solvan H1-L OA-PC 128/54...01

Solvan H1-L OA-PC 135/49/80...01

Solvan H2-L OA-PC 228/54...01

Solvan H2-L OA-PC 235/49...01

Solvan H2-L OA-PC 235/49/80...01

Solvan H2-L OA-PC 280...01

Color gris plata

Solvan H1-L OA-PC 128/54...03

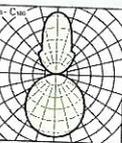
Solvan H1-L OA-PC 135/49/80...03

Solvan H2-L OA-PC 228/54...03

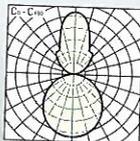
Solvan H2-L OA-PC 235/49...03

Solvan H2-L OA-PC 235/49/80...03

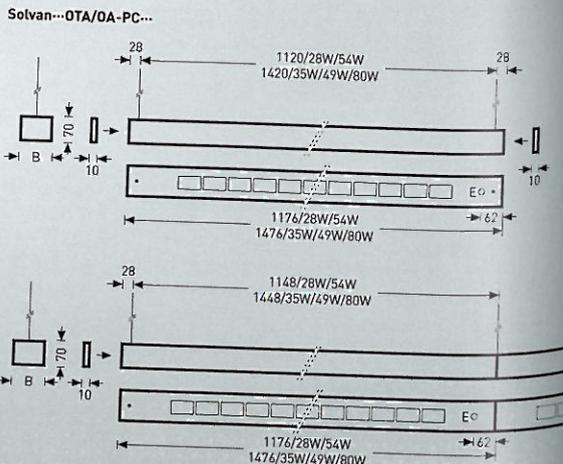
Solvan H2-L OA-PC 280...03



Solvan H1-L OTA 135/49/80
UTE: 0,40 E + 0,27 T
DIN 5040: C43
CIBSE: BZ 4
NBN L 14-002:
BZ 5/1/BZ 4



Solvan H1-L OA-PC 135/49/80
UTE: 0,36 E + 0,25 T
DIN 5040: C43
CIBSE: BZ 4
NBN L 14-002:
BZ 5/1/BZ 4



* Cabezales para luminarias individuales o extremos de línea continua a pedir por separado.

Highlights

Armonía perfecta entre forma y función

Principio de encendido/apagado: TRILLUX Polaron no solamente muestra sus cualidades como objeto de diseño cuando está encendida. En cuanto se apaga, el aspecto objetivo y suave de la luminaria se convierte en un detalle de diseño puro y formal – sin perder entonces su amabilidad obvia.

Gestión de luz: Tanto en las versiones más pequeñas como en las más grandes, las lámparas son opcionalmente regulables. En la TRILLUX Polaron de dos lámparas, las lámparas circulares T5 de distintas temperaturas de color crean un ambiente individual similar a la luz de día.

Flexibilidad: los tres distintos tipos de montaje garantizan una máxima libertad de diseño. Como variante adosada bien visible, como versión semienterrada formal y objetiva o como variante empotrada formal y acentuada – la TRILLUX Polaron se integra armónicamente en cualquier arquitectura.





Luceo

Luminarias suspendidas Luceo H... con óptica microprismática CDP



Aplicación

Para una iluminación elegante de oficinas, locales comerciales, salas de exposiciones, bancos y salas de ventanillas. Especialmente para puestos de trabajo con pantallas informáticas.

Sistema óptico

Óptica microprismática CDP. Recubrimiento de la parte inferior de la luminaria en PC, con estructuras prismáticas de precisión para evitar deslumbramiento en todo el contorno. Interior revestido para reflexión parcial. Apta para el trabajo ante pantallas informáticas según EN 12464-1 merced a la limitación de la luminancia a $L \leq 1000 \text{ cd/m}^2$ para un ángulo de irradiación superior a 65° de manera omnidireccional.

Cuerpo de luminaria

Chapa de acero de 24 mm de grosor.

Borde inferior continuo sin cortes.

...01 Color blanco.

...03 Color gris plata, similar a RAL 9006.

...H... Luminaria individual con cabezales planos integrados al ras con el cuerpo de la luminaria. Cable de alimentación transparente para alturas de suspensión de hasta 1000 mm. Las suspensiones por cable de dos o cuatro puntos, así como el florón de techo de diseño deben pedirse por separado.

...H-L... Luminarias en línea continua. Los cables de conexión, los cabezales, los acoplamientos para línea continua, las suspensiones por cable de dos o cuatro puntos, así como el florón de techo de diseño, deben pedirse por separado.

Versión eléctrica

Versiones .../28/54..., ...35/49... en tecnología Multi-Lamp para operar con lámparas T5 de diferentes potencias.

...E... Con balasto electrónico.

...EDD... Con balasto electrónico regulable (DALI).

Otras versiones eléctricas bajo pedido.



Luceo H CDP...01



Luceo H CDP 149
UTE: 0,09 C + 0,70 T
DIN: 5040 D52
CIBSE: BZ 1/2.5/BZ.2
NBN L 14-002: BZ.3



Luceo H CDP 249
UTE: 0,10 C + 0,73 T
DIN: 5040 D53
CIBSE: BZ 1/1/BZ.2
NBN L 14-002: BZ.3

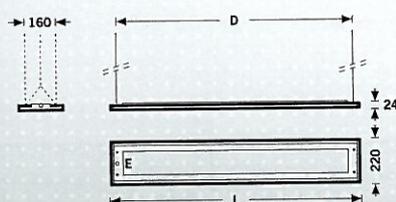


Luceo H CDP...03

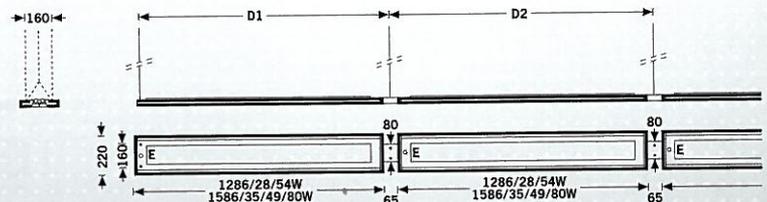
Denominación	TOC	Versión eléctrica		Lámparas	L	D	D1	D2	≈kg
		...E...	...EDD...	W	mm				
Luceo H CDP 128/54...01	49 063...	...04	...07	1 x 28/54	1286	1258			5,0
Luceo H CDP 135/49/80...01	49 064...	...04	...07	1 x 35/49/80	1586	1558			6,3
Luceo H CDP 128/54...03	49 061...	...04	...07	1 x 28/54	1286	1258			5,0
Luceo H CDP 135/49/80...03	49 062...	...04	...07	1 x 35/49/80	1586	1558			6,3
Luceo H CDP 228/54...01	49 067...	...04	...07	2 x 28/54	1286	1258			5,0
Luceo H CDP 235/49...01	49 068...	...04	...07	2 x 35/49	1586	1558			6,3
Luceo H CDP 280...01	46 855...	...04	...07	2 x 80	1586	1558			6,3
Luceo H CDP 228/54...03	49 065...	...04	...07	2 x 28/54	1286	1258			5,0
Luceo H CDP 235/49...03	49 066...	...04	...07	2 x 35/49	1586	1558			6,3
Luceo H CDP 280...03	46 856...	...04	...07	2 x 80	1586	1558			6,3
Luminarias en línea continua*									
Luceo H-L CDP 128/54 ... 01	49 907...	...04	...07	1 x 28/54	1286		1303	1350	5,0
Luceo H-L CDP 135/49/80 ... 01	49 908...	...04	...07	1 x 35/49/80	1586		1603	1650	6,3
Luceo H-L CDP 128/54 ... 03	49 912...	...04	...07	1 x 28/54	1286		1303	1350	5,0
Luceo H-L CDP 135/49/80 ... 03	49 913...	...04	...07	1 x 35/49/80	1586		1603	1650	6,3
Luceo H-L CDP 228/54...01	49 909...	...04	...07	2 x 28/54	1286		1303	1350	5,0
Luceo H-L CDP 235/49...01	49 910...	...04	...07	2 x 35/49	1586		1603	1650	6,3
Luceo H-L CDP 280...01	49 911...	...04	...07	2 x 80	1586		1603	1650	6,3
Luceo H-L CDP 228/54 ... 03	49 914...	...04	...07	2 x 28/54	1286		1303	1350	5,0
Luceo H-L CDP 235/49 ... 03	49 915...	...04	...07	2 x 35/49	1586		1603	1650	6,3
Luceo H-L CDP 280 ... 03	49 916...	...04	...07	2 x 80	1586		1603	1650	6,3

* Los cabezales para los extremos de línea continua deben pedirse por separado.

Luceo H CDP...



Luceo H-L CDP...



Torso Luminaria suspendida



Datos de lámpara525

► 116

IP20 0,2 Joule 960 °C

Aplicación
Para una iluminación decorativa general, adicional o de mesa.

Sistema óptico
Directo e indirecto. Cuerpo de luminaria realizado en vidrio soplado a mano y mateado al ácido, que proporciona una iluminación sutil.

Cuerpo de luminaria
Luminaria suspendida decorativa directa e indirecta. Cuerpo de cristal y soporte de aluminio en color gris plateado. Suspensión por cable de tres puntos integrada, altura regulable en continuo, hasta longitudes de suspensión de 3 m.
 ...01 Baldaquín o conector para la conexión en el techo de color blanco.
 ...03 Baldaquín o conector para la conexión en el techo de color gris plateado.

Conexión eléctrica
Lista para la conexión con cable de alimentación de red.
 ...DB... La alimentación eléctrica se realiza a través de la entrada de corriente integrada dentro de la suspensión. Con baldaquín de techo.
 ...ESB... Con cable transparente de alimentación, conector de diseño para la conexión en el techo y suspensión por cable.

Versión eléctrica
Funcionamiento de lámparas directamente a tensión de red, no se requiere equipamiento eléctrico.

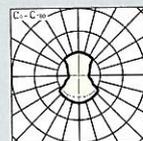


Torso H3-DB...



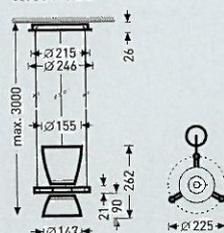
Torso H3-ESB...

Denominación	TOC	Lámparas	≈kg
		W	
Torso H3-DB T-R 2HV75 01	56 592 10	2 x QT14 max. 75	2,4
Torso H3-DB T-R 2HV75 03	56 593 10	2 x QT14 max. 75	2,4
Torso H3-ESB T-R 2HV75 01	56 594 10	2 x QT14 max. 75	1,2
Torso H3-ESB T-R 2HV75 03	56 595 10	2 x QT14 max. 75	1,2

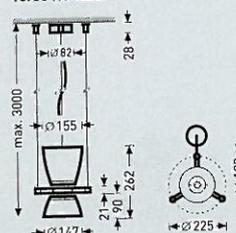


Torso H3...
 UTE: 0,39 H + 0,32 T
 DIN 5040: C32
 CIBSE: BZ 6
 NBN L 14-002: BZ 6

Torso H3-DB...



Torso H3-ESB...



Solvan

Luminarias empotrables con recubrimiento prismático de PLEXIGLAS (OTA) y de policarbonato (OA-PC)

     IP20 0,2 Joule 650 °C ...OA-PC... 850 °C



Solvan C1-L OA...01



Solvan C2-L OA...03

Aplicación

Luminaria empotrable en línea continua, especialmente estrecha, para techos lisos y especialmente para la realización de canales de luz arquitectónicamente interesantes. También apta para el montaje vertical u horizontal en paredes. Versión de una lámpara ...C1... También apta para un montaje empotrado en techos de lamas (Módulo 100). Para la iluminación de salas de conferencias, oficinas, pasillos, vestíbulos, salas de exposiciones y locales comerciales. ...LED-RGB... Con un módulo LED integrado para el diseño de ambientes con luces de color.

Sistema óptico

Recubrimiento opal prismático, integrado al ras del cuerpo de luminaria. ...OTA... Superficie ligeramente rugosa de de PLEXIGLAS. ...OA-PC... Superficie lisa de policarbonato.

...LED-RGB... Iluminación de color del recubrimiento prismático gracias a los RGB-LEDs integrados en la luminaria. Alternativamente para una iluminación general (T5) y para el diseño de ambientes con luces de color.

Cuerpo de luminaria

Chapa de acero en color blanco (...01) o gris plateado (...03), lacada en polvo. Versión marcadamente estrecha con un borde de luminaria extraplano de 3 mm. Líneas continuas conectando los cuerpos de luminaria mediante una técnica de montaje que no necesita herramientas. Empotrado en el techo mediante muelles de montaje rápido. Aperturas frontales para cableado continuo termorresistente.

Posibilidad de adaptación de la luminaria en el techo para conectar al adaptador WIELAND Top-ready (de tres polos) para la conexión a la red y un cableado suplementario, alternativo al cableado continuo. Cabezales para luminarias individuales o extremos de línea continua pedir por separado.

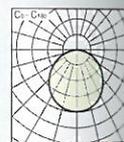
Versión eléctrica

Versiones...28/54... y ...35/49... en tecnología Multi-Lamp para operar con lámparas T5 de diferentes potencias. ...E... Con balasto electrónico. ...ED... Con balasto electrónico regulable con interface 1-10 V. ...EDD... Con balasto digital electrónico regulable (DALI). ...EDD + ET DALI... Con balasto electrónico digital regulable (DALI) para una lámpara T5 y un transformador electrónico con interface DALI para RGB-LED.

Sistemas con mando integrado bajo pedido.



Solvan C1-L
OTA 149 E
UTE: 0,60 E
DIN 5040: A40
CIBSE: BZ 4
NBN L 14-002
BZ 5/2.5/BZ 4



Solvan C1-L
OA-PC 149 E
UTE: 0,54 E
DIN 5040: A40
CIBSE: BZ 4
NBN L 14-002
BZ 5/2.5/BZ 4

Luceo

Luminarias suspendidas Luceo H... con óptica microprismática CDP



Aplicación

Para una iluminación elegante de oficinas, locales comerciales, salas de exposiciones, bancos y salas de ventanillas. Especialmente para puestos de trabajo con pantallas informáticas.

Sistema óptico

Óptica microprismática CDP. Recubrimiento de la parte inferior de la luminaria en PC, con estructuras prismáticas de precisión para evitar deslumbramiento en todo el contorno. Interior revestido para reflexión parcial. Apta para el trabajo ante pantallas informáticas según EN 12464-1 merced a la limitación de la luminancia a $L \leq 1000 \text{ cd/m}^2$ para un ángulo de irradiación superior a 65° de manera omnidireccional.

Cuerpo de luminaria

Chapa de acero de 24 mm de grosor.

Borde inferior continuo sin cortes.

...01 Color blanco.

...03 Color gris plata, similar a RAL 9006.

...H... Luminaria individual con cabezales planos integrados al ras con el cuerpo de la luminaria. Cable de alimentación transparente para alturas de suspensión de hasta 1000 mm. Las suspensiones por cable de dos o cuatro puntos, así como el florón de techo de diseño deben pedirse por separado.

...H-L... Luminarias en línea continua. Los cables de conexión, los cabezales, los acoplamientos para línea continua, las suspensiones por cable de dos o cuatro puntos, así como el florón de techo de diseño, deben pedirse por separado.

Versión eléctrica

Versiones .../28/54..., ...35/49... en tecnología Multi-Lamp para operar con lámparas T5 de diferentes potencias.

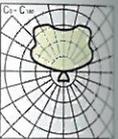
...E... Con balasto electrónico.

...EDD... Con balasto electrónico regulable (DALI).

Otras versiones eléctricas bajo pedido.



Luceo H CDP...01



Luceo H CDP 149
UTE: 0,09 C + 0,70 T
DIN: 5040 D52
CIBSE: BZ 1/2.5/BZ.2
NBN L 14-002: BZ.3

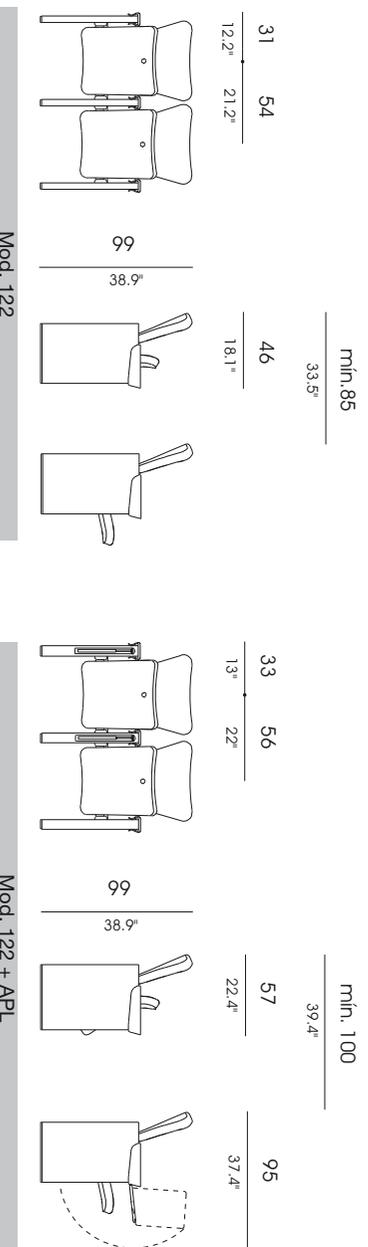


Luceo H CDP 249
UTE: 0,10 C + 0,73 T
DIN: 5040 D53
CIBSE: BZ 1/1/BZ.2
NBN L 14-002: BZ.3





▶ 122 Alicia





Teatros Canal. Madrid, SPAIN
Juan Navarro Baldeweg



Está Ud. en [RocheL](#) » [Catálogo de mobiliario de oficina](#) » [Mobiliario](#) » [Serie Central](#) » [Central nogal 1](#)

Precio Orientativo

636,00€

IVA no incluido

Central nogal 1 - Mesas de reuniones

Mesa de reuniones 440x120 cm., tres piezas, pies aluminizados. Nogal



Fabricante: ACT **Serie:** Central

Materiales: Melamina

Estilos: Reuniones colectividades multiuso

Incluir en su selección

[Solicitar información](#)

ARTÍCULOS EN LA MISMA SERIE



Dir. C/ Isla de Sumatra, 32. 28034 - Madrid, Madrid. España (Spain) - Tel. (+34) 91 358 33 41 - Fax. (+34) 91 358 31 48
© 1999 - 2011 | [ROCHEL MUEBLES DE OFICINA](#) - rochel@rochel.com - [Información legal](#)

MG-WOOD - Silla WOOD Cromada

Silla WOOD. Estructura en tubo de diámetro 20 mm. Cromada. Carcasa anatómica en madera de Haya natural. Apilable.

TALLAS:

T6 = Silla Adultos de 46 cm. de altura asiento

COLORES:

ESTRUCTURA: Cromada.

ASIENTO Y RESPALDO: Haya.



MG-14/120 - Mesa Biblioteca de 120 x 80 cm.

Mesa Biblioteca de 120 x 80 x 75,5 cm. (T6)

Mesa Biblioteca de 120 x 80 x 70,5 cm. (T5)

Tablero de 30mm. Recubierto de laminado de alta presión y cantos de madera maciza.

Estructura metálica pintado sistema epoxi, con pies de diámetro de 50 mm. y marco de 60 x 20 cm. con pies desmontables con nivelador.

COLORES: ESTRUCTURA: Gris. TABLERO: Haya.



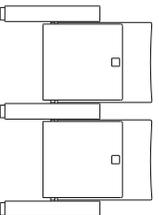




UPV

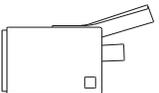
▼ 6040 Flex + F45

35 60
13.8" 23.6"



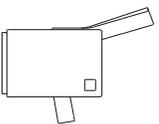
min. 95
37.4"

55 21.6"



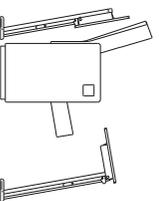
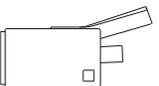
94

37"



min. 100
39.4"

50 60
19.7" 23.6"



Mod. 6040

Mod. 6040 + F45



Madrid City Council, SPAIN

Interior: Jaime López Valdés & Rafael Fernández-Rañada



MUEBLES PARA LA TERRAZA EXTERIOR

TUMBONAS:



SILLAS Y MESAS:



MACETEROS:



CHILLOUT:



SILLONES Y BUTACAS:



econatur 124
Nogal / Walnut





> PUERTAS ACÚSTICAS

> SILENCIADORES

> PANTALLAS ACÚSTICAS

> VARIOS



MODELO PT 50

- Aislamiento 44 DB
- Espesor 50 mm
- De una o dos hojas abatibles.
- Alto estándar 2100 mm
- Ancho estándar: 1 hoja 910 mm, 2 hojas 1200-1400-1600-1800
- Cerco perimetral de 60 mm. Con cierre de presión en poliamida negra.

-> Homologación PT 50

PT 50

PT SC 50

PTN 100

PTGT 100



Aislamiento a Ruido Aéreo según UNE-EN ISO 140-3:1995 Medidas en Laboratorio

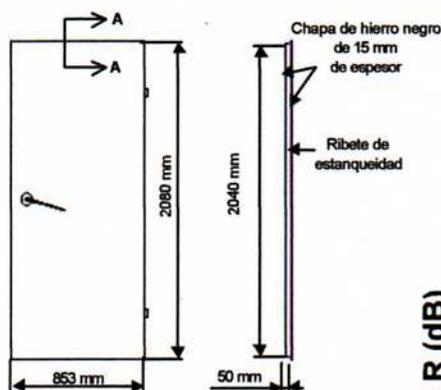
Cliente: AISLAC METAL, S.L.

Fecha Ensayo: 27/09/05

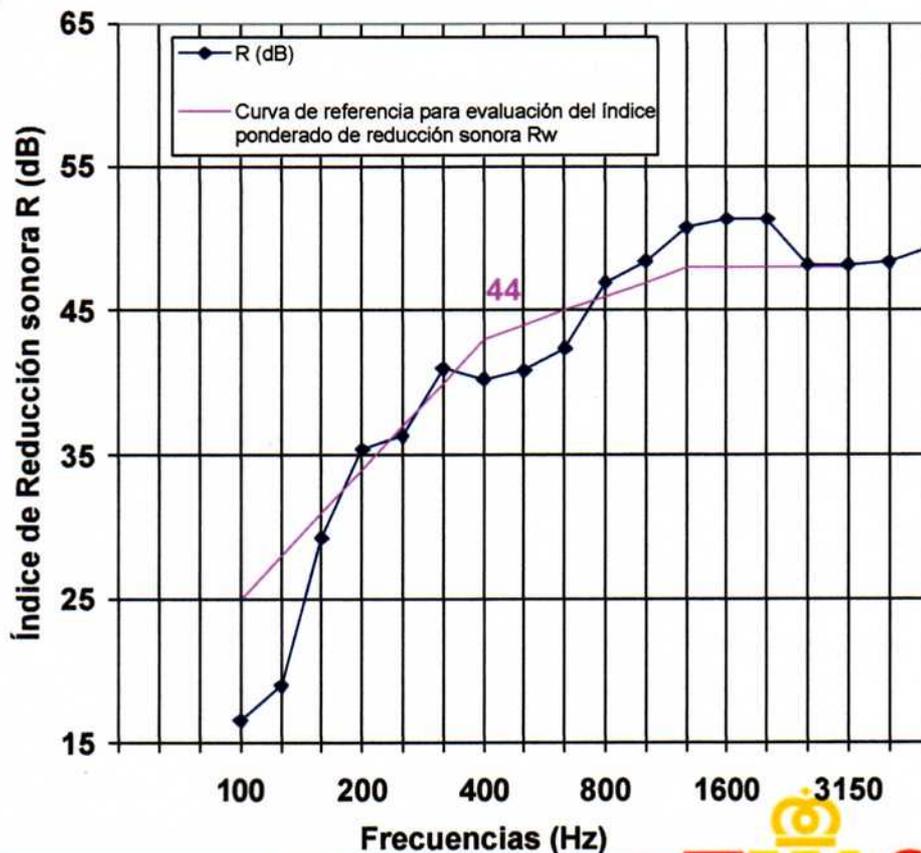
Muestra: Puerta de una hoja "PT50".

Descripción de la muestra:

La muestra bajo ensayo, puerta PT50, consiste en un conjunto marco-puerta de una hoja, de dimensiones exteriores medidas 2135x905 mm, con doble ribete de estanqueidad por todo el perímetro, dos bisagras y una manilla de cierre de presión. La hoja de la puerta, de dimensiones exteriores medidas 2080 x 853 mm, está compuesta por 2 chapas de hierro negro de 1,5 mm de espesor, entre las cuales se aloja lana de roca, según datos facilitados por el solicitante del ensayo. La muestra se ha montado en un cerramiento vertical lo suficientemente aislante como para garantizar la validez del ensayo, acorde a las indicaciones de la norma UNE-EN ISO 140-3:1995.



Volumen sala receptora: 55 m³ Temperatura: 19,6 °C
 Volumen sala emisora: 65 m³ Humedad relativa: 59 %
 Área de la muestra: 1,61 m²



f (Hz.)	R (dB)
100	16,6
125	19,0
160	29,3
200	35,4
250	36,3
315	41,0
400	40,3
500	40,9
630	42,4
800	47,0
1000	48,5
1250	50,8
1600	51,4
2000	51,4
2500	48,2
3150	48,2
4000	48,4
5000	49,3

Indices de aislamiento: UNE-EN ISO 717-1:1997 R_w(C;C_{tr}): 44 (-4 ; -10) dB
 NBE-CA 88 R(A): 41,3 dB(A)

Evaluación basada en medidas de laboratorio mediante método de ingeniería

ENAC
 ENSAYOS
 Nº 4 / LE 456

Nº de resultado: B0082 - 64- M141

Firma:

Area de Acústica
 Gestionada por

Fecha informe: 5 de octubre de 2005

labein
 tecnalia

Anexo al informe B0082-IN-CT-64 III

pág. 1 de 1

Este documento es una copia en PDF del Informe original, por solicitud de nuestro cliente.

venice 220

Nogal / Walnut
Vidrio mate / Obscure glass



venice 230

Nogal / Walnut
Vidrio mate / Obscure glass



[vidreglass](#) > [Colecciones](#)

V Puertas de cristal

En Vidreglass disponemos de un especializado y exclusivo catálogo de Puertas de Cristal. La calidad de nuestros materiales y acabados, así como sus grandes posibilidades en diseños, nos permite hacer realidad las ideas de nuestros clientes.

A todo ello se suma que, aun existiendo unos estándares de base en todas nuestras series, todas permiten abordar medidas y diseños distintos bajo pedido.

Nuestras series son:

* Serie Vidreflou.- Puertas realizadas con cristal 'Decorflou Design'. Estas puertas no precisan de ningún elemento añadido al propio vidrio, ya que este tiene el atractivo de su propio diseño.

* Serie Vidrelex.- Vidrio transparente o mate, laminado en el que se incrustan materiales tan diversos como mallas, serigrafías de vinilo, fibras, flores, hojas... formando una puerta de un solo elemento.

* Serie Vidresteel.- Puertas en cristal técnico, pintados de color y laminados, con incrustación de acero inoxidable. Disponible en colores 'Blue', 'Camel', 'burdeos' y 'Brown', ampliables a más colores bajo pedido.

* Serie Vidrefusión.- Vidrio fundido en horno con diferentes texturas.

* Serie Vidredeep.- Vidrio grabados en profundidad. Los grabados, dependiendo del fondo elegido, se combinan en transparente, mate o color.

* Serie Vidrepaint.- Vidrio pintado a mano y cocido en horno. Permite gran posibilidad de motivos.

Más información en: vidreglass.com/?page_id=5



Serie Vidresteel

1 foto



Serie Vidredeep

4 fotos



Serie Vidrepaint

7 fotos



Serie Vidrelex

4 fotos



Serie Vidrefusión

5 fotos



Serie Vidreflou

15 fotos

Tú [Iniciar sesión](#) | [Crear tu cuenta gratuita](#)

Explorar [Lugares](#) | [Últimos 7 días](#) | [Este mes](#) | [Las etiquetas más populares](#) | [The Commons](#) | [Creative Commons](#) | [Buscar](#)

Ayuda [Normas de la comunidad](#) | [El foro de ayuda](#) | [Preguntas frecuentes](#) | [Mapa del sitio](#) | [Obtener ayuda](#)

[Blog de Flickr](#) | [Acerca de Flickr](#) | [Empleos](#) | [Condiciones de uso](#) | [Tu privacidad](#) | [Acerca de nuestros anuncios publicitarios](#) | [Propiedad Intelectual](#) | [Yahoo! Safety](#) | [Reportar abusos](#)

[Deutsch](#) | [English](#) | [Español](#) | [Français](#) | [Italiano](#) | [Português](#) | [Tiếng Việt](#) | [Bahasa Indonesia](#)

Copyright © 2011 Yahoo! Iberia, S.L Todos los derechos reservados.

[VIDREGLASS – Puertas de cristal, barandillas y complementos en cristal](#)

Puertas de cristal, barandillas, mamparas y complementos en cristal

- [Inicio](#)
- [Empresa](#)
- [Productos](#)
- [Contactar](#)
- [Localización](#)
- [Galería de fotos](#)

Puertas de cristal con diseño

Puertas de cristal correderas, puertas de cristal templado, puertas de cristal abatibles, puertas de cristal al ácido, puertas de cristal para baños

En **Vidreglass** disponemos de un especializado y exclusivo catálogo de **Puertas de Cristal, correderas, abatibles, de cristal templado, al ácido, etc.** La calidad de nuestros materiales y acabados, así como sus grandes posibilidades en diseños, nos permite hacer realidad las ideas de nuestros clientes.



A todo ello se suma que, aun existiendo unos estándares de base en todas nuestras series, todas permiten abordar medidas y diseños distintos bajo pedido.

Nuestras series son:

- [Serie **Vidreflou**](#).- Puertas realizadas con cristal ‘Deco**YOU** Design’. Estas puertas no precisan de ningún elemento añadido al propio vidrio, ya que este tiene el atractivo de su propio diseño.

- [Serie Vidrelex](#).- Vidrio transparente o mate, laminado en el que se incrustan materiales tan diversos como mallas, serigrafías de vinilo, fibras, flores, hojas... formando una puerta de un solo elemento.
- [Serie Vidresteel](#).- Puertas en cristal técnico, pintados de color y laminados, con incrustación de acero inoxidable. Disponible en colores 'Blue', 'Camel', 'burdeos' y 'Brown', ampliables a más colores bajo pedido.
- [Serie Vidrefusión](#).- Vidrio fundido en horno con diferentes texturas.
- [Serie Vidredeep](#).- Vidrio grabados en profundidad. Los grabados, dependiendo del fondo elegido, se combinan en transparente, mate o color.
- [Serie Vidrepaint](#).- Vidrio pintado a mano y cocido en horno. Permite gran posibilidad de motivos.

[Ver galería de fotografías en Flickr de nuestras Series](#)

PRODUCTOS:

- [Puertas de cristal](#)
- [Puertas correderas de cristal](#)
- [Barandillas](#)
- [Mamparas de baño y ducha](#)
- [Mamparas de oficina](#)
- [DecorFlou Design](#)
- [Vidrio pintado](#)
- [Accesorios](#)

ARTICULOS/NOTICIAS:

- [Catálogo de cristales](#)
- [Los cristales DecorFlou Desing](#)
- [Muestrario cristales DecorFlou](#)

Fotos en Flickr



© 2008-2010 Vidreglass.com / Cristalería Pastor, S.L.

[Diseño](#) y [Posicionamiento en buscadores](#)

[Inicio](#) [Empresa](#) [Productos](#) [Galería](#) [localización](#) [Contactar](#)

- El Grupo
- Productos
 - El vidrio (informe)
 - Duglass
 - Ventajas
 - Fabricación
 - Descargas

- Duglass Grafic
- Stralami
- Stralami Temper
- Ariplak Solar
- Ariplak Low E
- Ambience
- Ambience TPS
- Sonic

- Galería
- Recomendaciones
- Gabinete de Prensa

- Contactar

Duglass




 (Ver tamaño 480 x 318)

Las ventajas del vidrio DUGLASS

Los vidrios templados presentan un aumento de la resistencia mecánica, mayor resistencia al choque térmico y mayor seguridad.

Además de las ventajas propias del vidrio templado, con el vidrio decorado se puede dar a las superficies exteriores de los edificios una gran variedad de terminaciones, y cambiar las propiedades fotoenergéticas del vidrio.



Noticias

12/06/2008

ARIÑO DUGLASS desarrolla nuevos recubrimientos de altas prestaciones

ARIÑO DUGLASS ha desarrollado dos nuevos recubrimientos magnetrónicos de altas prestaciones Ariplak DAG-60/33 y Ariplak DAG-30/16.

(ver detalle)

17/01/2011

Publicación Registral de "ARIÑO-DUGLASS MADRID, S.A." por cambio de domicilio social

(ver detalle)

- El Grupo
- Productos
 - El vidrio (informe)
 - Duglass
 - Ventajas
 - Fabricación
 - Descargas

- Duglass Grafic
- Stralami
- Stralami Temper
- Ariplak Solar
- Ariplak Low E
- Ambience
- Ambience TPS
- Sonic

- Galería
- Recomendaciones
- Gabinete de Prensa

- Contactar

Duglass




 (Ver tamaño 480 x 319)

Dimensiones máximas

4.200 x 2.440 mm. (Duglass)

3.900 x 1.850 mm. (Duglass Grafic)

Dimensiones mínimas

300 x 300 mm.

Espesores 4 ~ 19 mm.

Otras posibilidades:

Vidrio termoendurecido y Heat Soak Test.



Noticias

12/06/2008

ARIÑO DUGLASS desarrolla nuevos recubrimientos de altas prestaciones

ARIÑO DUGLASS ha desarrollado dos nuevos recubrimientos magnetrónicos de altas prestaciones Ariplak DAG-60/33 y Ariplak DAG-30/16.

(ver detalle)

17/01/2011

Publicación Registral de "ARIÑO-DUGLASS MADRID, S.A." por cambio de domicilio social

(ver detalle)

MUEBLES CAFETERIA

SILLAS:

Zona de comedor.

- Moderna silla de comedor de diseño tapizada en polipiel.
- Disponible en beige, rojo y negro.
- Patas en aluminio brillo.
- Medidas: 92alto x 44,5ancho x 50fondo (cm). Altura respaldo 52cm.



Zona de cafetería.

Para mesas de más de 2 personas

- Moderna silla de diseño con patas cromadas en brillo.
- Disponible en negro, rojo y blanco.
- Medidas: 45,5ancho x 83alto x 49fondo (cm). Alto suelo/asiento 43,5cm.



Para mesas de 2 personas

- Moderna silla de diseño con patas cromadas en brillo.
- Disponible en rojo, negro, verde y blanco.
- Medidas: 60ancho x 77alto x 56fondo (cm). Alto suelo/asiento 46cm.



El taburete para barra modelo Sadlé, inspirado por su moderno diseño de colores vivos, deja percibir su encanto juvenil. Viene equipado con una palanca de elevación continua que le facilitará ajustarlo a cualquier barra o mostrador y su asiento se puede girar alrededor de 360 grados. Colores blanco, rojo y negro.



MESAS:

Zona de comedor.

- Mesa de comedor extensible de cristal templado y serigrafiado.
- Dispone de ruedas en las patas para facilitar la salida del extensible.
- Extensible de 135 cm a 175 cm. El extensible en madera color cappuccino.
- Medidas: 135(+40) x 85 x 76 (cm)



Zona de cafetería.

Mesa circular Braun Woodline que cuenta con un mecanismo innovador y único, puede desplegarse para alojar más personas. Color negro y la banda desplegable de color verde pistacho.



- Mesa redonda lacada.
- Disponible en blanco alto brillo.
- Medidas: 80 cm de diámetro, 74.5 cm de altura y 50cm de diámetro en la base.
-





PANEL NETO

Acústica en Maquinaria Industrial y Equipos.

DESCRIPCIÓN

Panel rígido de lana de vidrio que incorpora en una de sus caras un tejido negro de fibra de vidrio textil que le confiere una gran resistencia al punzonamiento y a la abrasión.

APLICACIÓN

Aislamiento térmico y absorción acústica en:

- Apantallado de motores.
- Compresores.
- Salas de máquinas.
- Silenciadores industriales.

REACCIÓN AL FUEGO

A2-s1, d0; Incombustible según Euroclases (EN 13501-1).

TEMPERATURA LÍMITE DE EMPLEO

Desde -30 °C hasta + 200 °C.

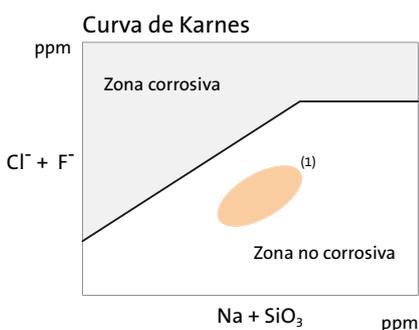
PRESENTACIÓN

Espesor (mm)	Largo (m)	Ancho (m)	m ² /bulto	m ² /palé	m ² /camión
30	1,35 ⁽¹⁾	0,60 ⁽¹⁾	12,95	207,36	3732
40			9,72	155,52	2799
50			6,48	103,68	1866

⁽¹⁾ Otras dimensiones bajo consulta y pedido.

CORROSIÓN DE ACEROS

No corrosivo. Según ASTM C-795 y C-871.



(1): posición de las lanas minerales de Iover España.

www.isover.net
+34 901 33 22 11
isover.es@saint-gobain.com

ABSORCIÓN ACÚSTICA

		Coeficiente de absorción α Sabine					
		125	250	500	1000	2000	4000
Frecuencia (Hz)							
Espesor (mm)	30	0,08	0,30	0,57	0,75	0,85	0,93
	40	0,13	0,45	0,75	0,92	0,95	0,93
	50	0,15	0,60	0,95	1,00	1,00	1,00

CONDUCTIVIDAD TÉRMICA

Temp. °C	75	100	125	150
λ (W/(m · K))	0,039	0,043	0,047	0,052

* Temperatura media en el aislamiento.

UTILIZACIÓN

Información referente a almacenamiento, transporte e instalación, consultar: www.isover.net/utilizacion

ISOVER
SAINT-GOBAIN

Construimos tu Futuro

Revestimientos



Placa 2430x600 mm

- Mecanizado **Liso**
- Acabados **Rechapado Roble**
- Mecanizado de cantos **Perfil Machihembrado**



- Material **Contrachapado Ignífugo**

Las fotografías que contiene esta Web son una reproducción aproximada de los diseños reales. Para información sobre productos no estándar póngase en [contacto](#) con nosotros

Revestimientos



Placa 2430x600 mm

- Mecanizado **Liso**
- Acabados **Rechapado Haya**
- Mecanizado de cantos **Perfil Machihembrado**



- Material **Contrachapado Ignífugo**

Las fotografías que contiene esta Web son una reproducción aproximada de los diseños reales.

Para información sobre productos no estándar póngase en **contacto** con nosotros

Revestimientos



Placa 2430x600 mm

- Mecanizado **Liso**
- Acabados **Rechapado Haya**
- Mecanizado de cantos **Perfil Machihembrado**



- Material **Contrachapado Ignífugo**

Las fotografías que contiene esta Web son una reproducción aproximada de los diseños reales.

Para información sobre productos no estándar póngase en **contacto** con nosotros

Revestimientos



Placa 2430x600 mm

- Mecanizado **Liso**
- Acabados **Rechapado Haya**
- Mecanizado de cantos **Perfil Machihembrado**



- Material **Contrachapado Ignífugo**

Las fotografías que contiene esta Web son una reproducción aproximada de los diseños reales.

Para información sobre productos no estándar póngase en [contacto](#) con nosotros

Revestimientos



Placa 2430x600 mm

- Mecanizado **Liso**
- Acabados **Rechapado Haya**
- Mecanizado de cantos **Perfil Machihembrado**



- Material **Contrachapado Ignífugo**

Las fotografías que contiene esta Web son una reproducción aproximada de los diseños reales.

Para información sobre productos no estándar póngase en **contacto** con nosotros



CATÁLOGO
MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA
CARACTERÍSTICAS GENERALES
TIENDA ON LINE
ALFOMBRAS

Colección Arc-en-Ciel



Gama Cromática



Solicitar Presupuesto Colección Arc en ciel

Su Nombre

Su E-mail

Indicar Referencia

101 Neige

Teléfono de Contacto

Indicar Ancho de fabricación, Número de colores y Altura de felpa

Características

Moqueta Fabricada en **Pura Lana Virgen 100%**

Gama Cromática: 67 Colores

Medidas de Fabricación: 25/30 m de largo x 4 m de ancho.

Aspecto: Terciopelo (Hilo cortado).

Técnica de fabricación: Tejido Wilton

Reverso: Yute / Algodón / Látex.

Densidad de púa / Peine: 400 x ML.

Pasadas: 360 x ML

Cabos: 576,000 x m2. (400 x 360 x 2 x 2)

Hilo: nº 7,2 a 2 cabos.

Altura de la Felpa: +- 6 m/m.

Altura Total: +- 8 m/m

Peso de la Lana: +- 1.188 g/m2

Peso Total: +- 2.388 g/m2

Certificado Ignifugo*: Bajo la nueva norma EN 13501-1.

Resistencia la Fuego: Clasificación Bfl-s1.

Lo que nos permite su instalación en cualquier espacio publico donde sea exigido dicho certificado.

Utilización: USO INTENSIVO.

Possibilidades de Instalación:

- Tensada sobre capa de guata (fieltro) y fijación por barras de anclaje
- Pegada.

Garantía de calidad: Hilados de Castilla S.L.

(*) Certificado Ignifugo obtenido como consecuencia de nuestro alto estándar de calidad, sin ningún tipo de tratamiento adicional.

Venta y Servicio

Venta: Al corte y por rollos

Disponibilidad: En Stock permanente.

Entrega Nacional: 2/3 días laborables.

Entrega Internacional: 7 días laborables.

Recogida en Almacén: 1 día.



Búsquedas en Colober

Materiales

- Moqueta
- Moqueta Ferial
- Suelo Vinílico
- Linoleum
- Pavimento Laminado
- Revestimiento Mural

Fabricantes

- Tarkett
- Desso
- Enia
- Vescom
- Armstrong
- Gerflor

Categoría: Moqueta Ferial
Subcategoría: Moqueta Económica



Fabricante: Farres
Marca y Submarca: Moqueta Ferial



Material Distribuido En toda ESPAÑA

[Volver al Catálogo de Colores](#)

Características del Producto

Categoría	Moqueta Ferial
Subcategoría	Moqueta Económica
Fabricante	Farres
Marca	Moqueta Ferial
Submarca	
Formato	Rollo de 2,02 x 60 m (aprox. 120 m2)

Especificaciones Técnicas

Tipología ()	Moqueta Punzonada Lisa
Componentes ()	Unicapa o bicomponente
Composición ()	100% de Pp con ligante resina sintética
Formato (<i>Tipo</i>)	Rollo
Formato (<i>Tamaño</i>)	aprox. 120 m2
Formato (<i>Ancho</i>)	2,02 metros
Formato (<i>Largo</i>)	60 metros
Resistencia al Fuego ()	M3

Consulte Cantidades Mínimas De Pedido

Consulte Zonas de Instalación

¿Es
Instalador
Autónomo?

Copyright © 2005 Colober Pavimentos Ligeros, S.L. B62879515 .Todos los derechos reservados.
Calle Fernando Pessoa, 15 Local | 08030 - Barcelona (España) | Correo: Correo: [Pulsar aquí](#)

Techos



Placa 1200x600 mm

- Mecanizado **Liso**
- Acabados **Rechapado Arce**
- Mecanizado de cantos **Oculto**



- Material **MDF Rechapado Madera Ignífugo**

Las fotografías que contiene esta Web son una reproducción aproximada de los diseños reales.

Para información sobre productos no estándar póngase en [contacto](#) con nosotros

FIDJI

Acondicionamiento Acústico. Altas y bajas frecuencias. Resistencia térmica.

DESCRIPCIÓN

Techo acústico de altas prestaciones de aislamiento térmico y acondicionamiento acústico.

APLICACIÓN

Salas de conferencias, discotecas, salas de espectáculos.

DIMENSIONES

Espesor (mm)	Largo (mm)	Ancho (mm)
80	600/1200	600

REACCIÓN AL FUEGO

Euroclase A1 Blanco / A2-s1, d0 Colores - N° 0679-CPD-0101.

RESISTENCIA A LA HUMEDAD

100% estable a HR 95%.

COLORES

Ver gama de colores Tonga.
Solicite nuestra carta de colores.

Nota: en caso de pedido, citar siempre el código del color.

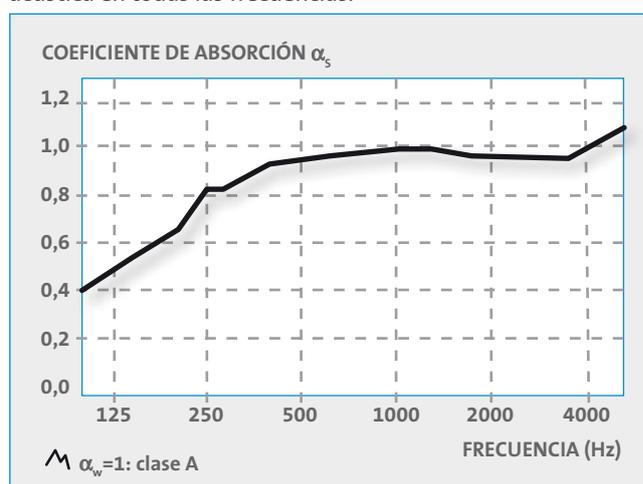
RESISTENCIA TÉRMICA

Por naturaleza, la lana de roca es un excelente aislante térmico. El techo registrable Fidji® contribuye al ahorro de energía disminuyendo la superficie a calentar. Refuerza además el aislamiento térmico existente.

Espesor (mm)	Resistencia térmica (R _v) (m ² · K)/W
80	2,29

ABSORCIÓN ACÚSTICA

Gracias a su gran espesor, tiene una excelente absorción acústica en todas las frecuencias.



CERTIFICADOS Y UTILIZACIÓN



Información referente a almacenamiento, transporte e instalación, consultar: www.isover.net/utilizacion

ATRIUM

Acondicionamiento Acústico. Locales ruidosos.

DESCRIPCIÓN

Techo registrable acústico revestido por un velo decorativo en la cara vista y un velo neutro en la cara oculta. Gracias a los últimos avances tecnológicos de la lana de roca Eurocoustic, Atrium presenta el valor máximo de absorción acústica $\alpha_w=1$, resistencia mecánica reforzada y una perfecta estabilidad al paso del tiempo.

APLICACIÓN

Aulas, salas de conferencia, colegios.

DIMENSIONES

Espesor (mm)	Largo (mm)	Ancho (mm)
25	600/1200	600/1200

REACCIÓN AL FUEGO

A1 para Blanco Platino.
A2-s1, d0 Colores.

COLORES



Blanco Platino



Gris Silver



Negro Cobalto

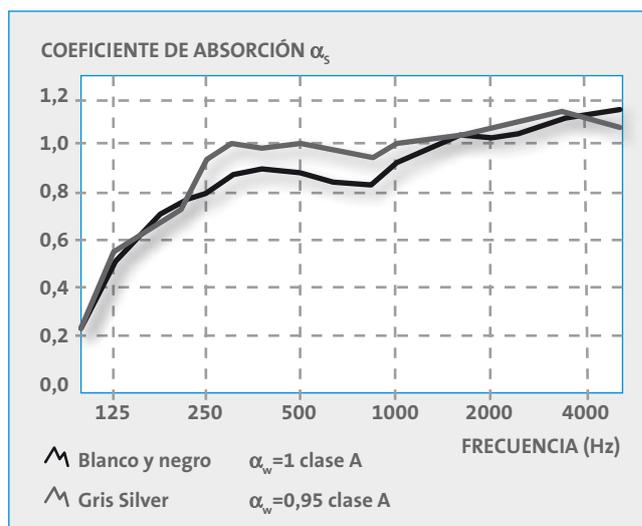
RESISTENCIA A LA HUMEDAD

100% resistente a HR 95%.

REFLEXIÓN LUMINOSA

Blanco platino: >85%.

ABSORCIÓN ACÚSTICA



Ensayo CSTB AC05-197/2.

CERTIFICADOS Y UTILIZACIÓN



Información referente a almacenamiento, transporte e instalación, consultar: www.isover.net/utilizacion

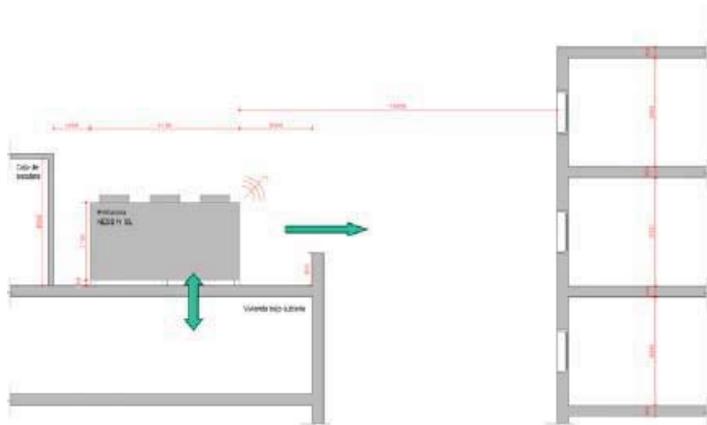
Pantallas acústicas para instalaciones de climatización: legislación y diseño



VIERNES, 09 DE ABRIL DE 2010 12:43 [ACCESORIOS, HERRAMIENTAS, VENTILACIÓN, AISLAMIENTO - HERRAMIENTAS Y ACCESORIOS](#)

Tags: [Acustica](#) [Aislamiento](#) [Aldovier](#)

Son muy comunes, y casi por imperativo legal urbanístico, situar las instalaciones de climatización (condensadoras, plantas enfriadoras, climatizadores,...) y ventilación, de viviendas y actividades en las cubiertas de los edificios. La ubicación de estos equipos puede generar molestias de ruido hacia las viviendas del entorno (transmisión de ruido aéreo), y molestias de ruido y vibración hacia las viviendas ubicadas bajo cubierta (transmisión de ruido estructural).



Marco Legal

En función del nivel potencia sonora (L_w) de lo equipos, de su horario de funcionamiento, y de la situación respecto a los vecinos del entorno, es muy posible que los niveles de presión sonora en inmisión exterior (en las ventanas y fachada de las fincas vecinas) superen los niveles máximos admisibles marcados para la zonificación acústica de la zona (Ordenanza municipal, marco autonómico (D 176/2009) o Ley del Ruido 37/2003).

Por lo general, el marco legal contempla unos Niveles Límite de Inmisión, en función de la franja horaria (día, tarde, noche), a contrastar con el parámetro "Nivel de Evaluación L_{Ar} dB(A)". El Nivel de Evaluación es el resultado de promediar en un tiempo determinado (Periodo de Evaluación), de 180 o 120 minutos, el tiempo en que el foco de ruido está en funcionamiento (T_1) con su nivel equivalente en el punto de recepción (L_{eq} dB(A)), corregido con unos factores de penalización por componentes de baja frecuencia (K_f), componentes tonales (K_t) y componente impulsivas (K_i), y el tiempo (T_2) en que el foco de ruido está parado con un "Nivel residual": L_2

El tiempo T_2 se debe considerar para hacer el promediado que permite calcular el Nivel de Evaluación, pero en general y ante la aleatoriedad de la duración de tiempo en que los equipos están en funcionamiento, las administraciones obligan a considerar una única fase de ruido, durante los 180 o 120 minutos del periodo de evaluación, con los focos de ruido funcionando y a su máximo nivel de presión sonora: "el caso más desfavorable". Esto evita que hacer hipótesis con los tiempos de funcionamiento/paro del equipo pueda inclinar la balanza para dar un resultado de la evaluación, al ruido generado por los equipos, "favorable" o un "desfavorable".

$$L_{Ar} = 10 \log \left(\frac{T_1 \cdot 10^{(L_1 + K_f + K_t + K_i)/10} + T_2 \cdot 10^{(L_2/10)}}{180} \right)$$

Fase	Nivel L_{eq} dB(A)	Factores de Penalización			Tiempo (min)
1	L_1	K_t	K_f	K_i	T_1
2	L_2	-	-	-	T_2

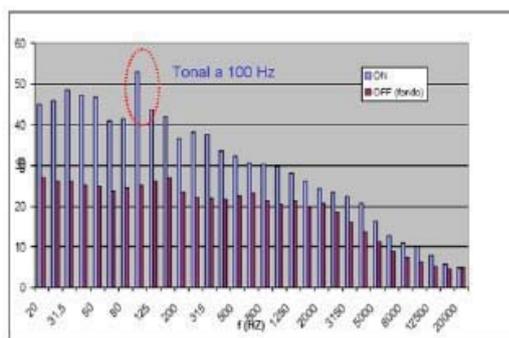
Los factores de penalización.

Los factores de penalización K , se determinan por medio de un análisis frecuencial en bandas de 1/3 de octava de las medidas en inmisión y por la realización de dichas medidas en ponderación "A" (con constante de integración "fast" e "impulse") y en ponderación "C". El procedimiento preciso de la medida queda descrito en los anexos de Ley 16/2002. Los factores de penalización sirven para que el resultado de la evaluación no sea función exclusiva del nivel equivalente ponderado "A" de la medida (L_{Aeq}), sino que se tenga en cuenta el análisis frecuencial del ruido y el tipo de ruido (continuo, impulsivo, estable,...), que también son causa del grado de molestia: dos ruidos con nivel equivalente de 60dB(A), suenan diferentes y pueden ser o más menos molestos según su contenido frecuencial, por tanto la evaluación de la molestia nunca debe ser un valor único L_{eq} dB(A).

El factor K_f penaliza los niveles de ruido con "alto" contenido en baja frecuencia, y se determina por el diferencia entre el nivel equivalente de la medida de inmisión (L_{eq}) realizada simultáneamente con ponderaciones "A" y "C": $L_{Aeq} - L_{Ceq}$.

Para el calculo de la penalización K_f se tiene en cuenta si los niveles en las bandas centrales de 1/3 de octava entre 20 – 160Hz son audibles o no, tomando como referencia la curva de "umbral de audición", en condiciones de campo libre, dada por la ISO 223: 2003. De esta forma se intenta evitar que la baja frecuencia que se puede "ver" en el espectro pero que no es audible, penalice el ruido de las instalaciones. Por lo general, y de acuerdo con la ISO 1996-1:2003 y ISO 1996-2:2007, en la que se inspira y ampara la legislación, son emisores de baja frecuencia: helicópteros, vibraciones de puentes, prensas de estampación, trenes en túneles, escapes de motores de cogeneración, climatización y ventilación de edificios, y similares.

La penalización Kt por tonalidad, se calcula a también a partir del análisis en bandas de 1/3 de octava de la señal en inmisión, y de nuevo tiene en cuenta la curva de umbral de audición (entre 20 y 10000Hz), antes de aplicar o no la penalización correspondiente, calculando la diferencia entre el promedio de niveles entre la banda superior e inferior a donde se localiza la tonal y el nivel de la tonal.



La penalización por componentes impulsivas Ki, se determina a partir de la diferencia entre la medida de inmisión, ponderada "A", pero con factor de integración FAST (250mseg) o IMPULSE (100mseg): LAeq – LAleq.

A pesar del parámetro Ki, la medición de ruidos impulsivos de corta duración y el elevado nivel (cierres de puertas de garaje, golpes de contactores de ascensores, persianas enrollables de actividades, etc..) sigue quedando mal definido en la legislación actual, ya que al trabajar con niveles equivalentes, los eventos de poca duración y gran nivel quedan diluidos. Por otro lado para este tipo de ruidos es todavía más difícil hacer una hipótesis de cuantas veces se producen el evento dentro del periodo de evaluación.

Pantallas acústicas

Revisado como actúa el marco legal, ingenierías e instaladores deben tomar decisiones, a nivel de proyecto, sobre que medidas de reducción de ruido se deben aplicar sobre los focos de ruido situados en la cubierta del edificio: ¿es necesario hacer algo? ¿Será suficiente una pantalla, o se debe definir en el proyecto un cabinaje de los equipos?. Esperar a tener los equipos en cubierta y funcionando para entonces poder realizar una medición sonométrica desde los receptores, y definir las medidas correctoras, es una posible opción pero puede encarecer la inversión prevista y puede ser origen de denuncias vecinales (en ocasiones las quejas de ruido se producen en cuanto los vecinos "ven" las máquinas, sin que estas estén en funcionamiento).

Ante esta tesitura es mejor definir las medidas correctoras a nivel de proyecto y con los datos disponibles, de forma que se pueda valorar su coste económico y considerarlo como parte de la inversión de instalaciones, pero garantizando que la medida correctora a realizar será eficaz (cumplimiento marco legal) y eficiente (coste/resultado).

En general no todos los fabricantes dan una correcta información sobre los datos sonoros que producen sus equipos, y aunque la información va mejorando, nunca se definen niveles de potencia (Lw) o presión sonora (Lp) en bandas de 1/3 de octava, siendo por tanto difícil o imposible hacer una posible evaluación, a priori, de los factores de penalización Kf, Kt, Ki.

Siempre existe la posibilidad de realizar medidas sobre un equipo igual, instalado en otra ubicación, y tomar dichos valores como datos de partida para el diseño de soluciones, pero teniendo en cuenta que esa medida sonométrica puede estar afectada por unas condiciones del entorno (ruido fondo, reflexiones de la onda sonora, etc..) que pueden hacer variar los datos reales de la máquina. Por tanto es importante que los fabricantes de equipos de clima y ventilación mejoren la información acústica que facilitan a ingenierías e instaladores.

Partiendo de unos niveles de presión o potencia sonora facilitados por el fabricante (en valor global y en bandas de octava entre 125 – 8000Hz), de la zonificación acústica del emplazamiento dada por la administración local (niveles máximos admisibles en inmisión exterior/interior), y de la ubicación de los receptores, la teoría acústica geométrica y su formulación, permiten realizar una estimación de los niveles de presión sonora sobre los receptores, y a partir de aquí diseñar pantallas o cabinajes.

Para realizar dicha estimación se debe hacer una simplificación y considerar la fuente como un "foco de ruido puntual" que en "condiciones de campo libre" y con directividad Q=2 (sobre suelo reflectante). Bajo esas condiciones ideales podemos calcular el nivel de presión sonora en el receptor, como:

Si partimos de datos de potencia sonora Lw: $L_2 = L_w - 20 \log r - 8$

Si partimos de datos de presión sonora L1 a una distancia r1: $L_2 = L_1 - 20 \log (r_2/r_1)$

Estas expresiones se pueden utilizar frecuentemente con los datos en bandas de octava o bien con un nivel global (menor información). Si el nivel en inmisión exterior calculado L2 está por encima del ruido de fondo de la zona, el funcionamiento de la instalación será detectable, y será por tanto necesario definir medidas de reducción de ruido (siempre que dicho nivel supere el nivel máximo de inmisión del marco legal).

El nivel calculado L2, es bajo los condicionantes de "fuente puntual" y "campo libre", por tanto la presencia de paredes y otras superficies que puedan originar reflexiones de la onda sonora directa, harán aumentar dicho nivel en la situación real. Las reducciones de ruido máximas que puede aportar una pantalla acústica, parámetro que se denomina I.L. (insertion Loss), son del orden de 10 – 15 dB(A), en receptores situados en la "sombra acústica" de la pantalla, y menores a 10dB(A) para receptores situados en la zona de "penumbra".

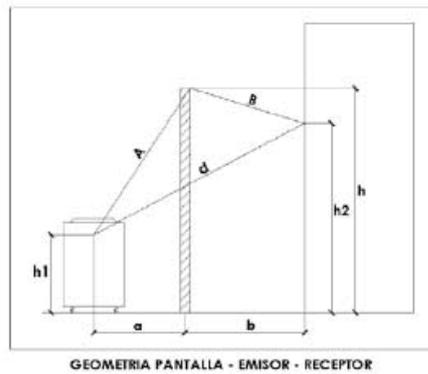


Si se necesitan reducciones I.L. de ruido superiores a 15dB(A), no será viable la colocación de una pantalla y se deberá o bien escoger un equipo con menor nivel de potencia sonora o bien definir un cabinaje del equipo, con sus correspondiente silenciadores de entrada y salida de aire, que den una atenuación acústica del mismo orden que el **aislamiento** (R) del panel de la cabina, y que sean adecuados al caudal de aire y a la presión disponible del equipo (a menudo se deben sobrepresionar los ventiladores o buscar turbinas centrífugas).

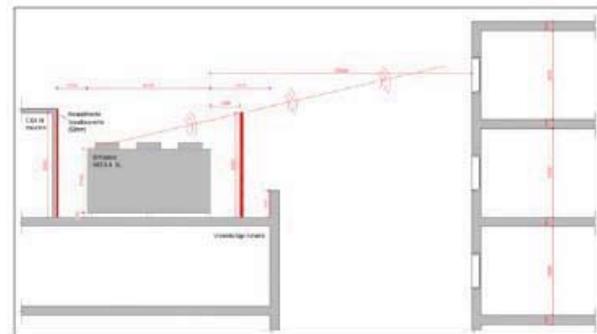
Para el caso de pantallas, el cálculo de su atenuación I.L. (nivel de presión sonora en el receptor antes y después de colocar la pantalla), se reduce en general a un problema geométrico: emisor – pantalla – receptor, y al cálculo del número de Fresnel, a partir del cual se calcula la atenuación acústica de cada camino de transmisión mediante los Abacos de Maekawa o otra formulación empírica existente.

Nº Fresnel $N = 2 \sqrt{?} / ?$ con $? = A + B - d$

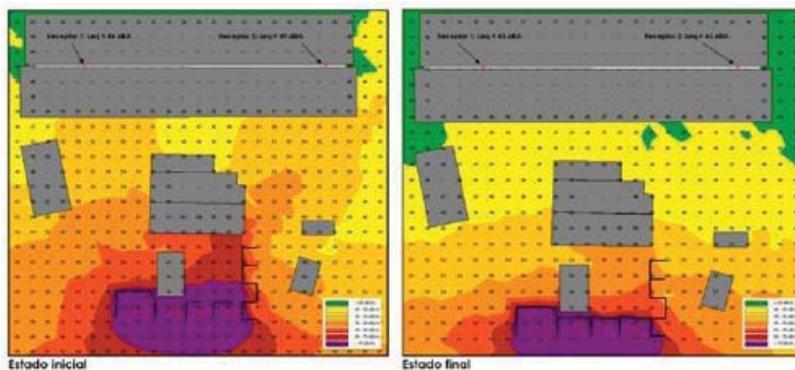
El número de Fresnel tiene en cuenta la longitud de onda (λ) asociada a cada banda de frecuencia. En frecuencias bajas las longitudes de onda son grandes (λ 50Hz = 6,9m) y las dimensiones definidas a la pantalla (altura y longitud) pueden no resultar un "obstáculo" para dicha frecuencia, es decir la pantalla se dimensiona en función de las longitudes de onda del ruido incidente.



La eficacia de la pantalla viene por tanto condicionada por su posición respecto al foco.... Cuanto más próximo al foco emisor se sitúe la pantalla, mayor será su efectividad.



Existen en el mercado softwares de simulación acústica que implementa la formulación indicada y que además tienen en cuenta las reflexiones de la onda sonora directa emitida por el foco de ruido sobre las superficies (paredes y muros) del entorno, para calcular de forma más precisa los niveles de presión sonora en los receptores.



El cálculo de la atenuación de las pantalla no tiene en cuenta las características físicas de la misma: peso (kg/m²), absorción acústica del material de acabado (?), **aislamiento** del panel empleado (R)...), sino solo su geometría, pero es importante tener en cuenta, aunque no entre en el cálculo, la absorción acústica de la pantalla para aumentar su eficacia y de cara a evitar posibles reflexiones de la onda sonora hacia otros receptores.

Artículo redactado por:

Héctor Maristany Jackson - Ingeniero Industrial Colegiado nº 9303

Gerente de la empresa **Aldovier** - Soluciones en Acústica

Más información:



Tags: [Acustica](#) [Aislamiento](#) [Aldovier](#)
ACTUALIZADO (LUNES, 12 DE ABRIL DE 2010 08:20)

Noticias Relacionadas

[Aislamiento térmico de fachadas Sistema ETICS](#)
[Eficiencia energética en la rehabilitación de los edificios](#)
[Certificación Energética de Edificios de Nueva Construcción](#)
[Aislamiento: La ley de Ruidos será obligatoria el 24 de abril](#)
[Sistema antivibraciones Quadra en el Hotel Zenit Barcelona](#)
[Sistema antivibratorio modular Quadra](#)
[Aislamiento acústico antivibraciones en un edificio de viviendas](#)
[Guía práctica de contaminación acústica según Decreto 266/2004](#)
[Aislamiento térmico Parex en el centro de sostenibilidad Ingurubide](#)
[Aldovier agradece las visitas a su stand en Climatización](#)
[Jornada sobre Ahorro de Energía mediante Aislamiento Térmico en Edificios](#)

Ingeniería Acústica IAG

Medidas de ruido y vibraciones. Medidas aislamiento. Mapas de ruido
www.garcia-calderon.com

Estudios Acústicos

Cumplimiento normativa acústica Sólo Cataluña telf 938 143 277
www.dhmetric.com

Pantallas Acústicas ACH

Aislamiento y absorción acústica Para viales y zonas residenciales
www.sotransformados.com

Comprueba tu cobertura

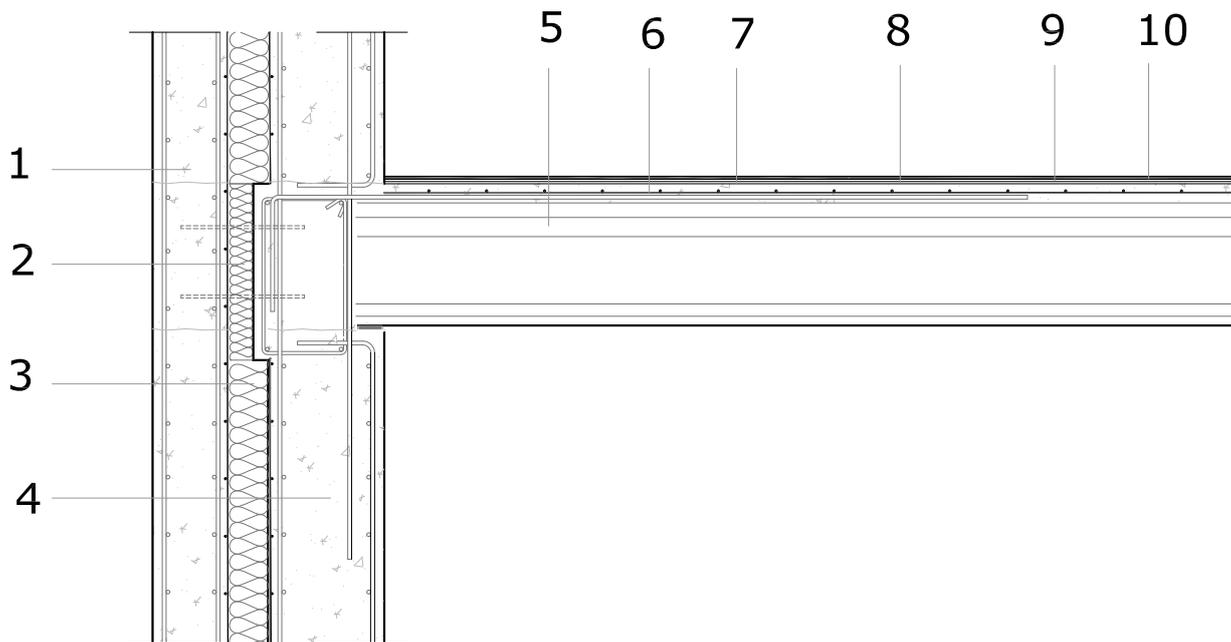
Todas las ofertas de cobertura ADSL en un sólo sitio. Entra y gana!
www.oferta.es/adsl

Anuncios Google

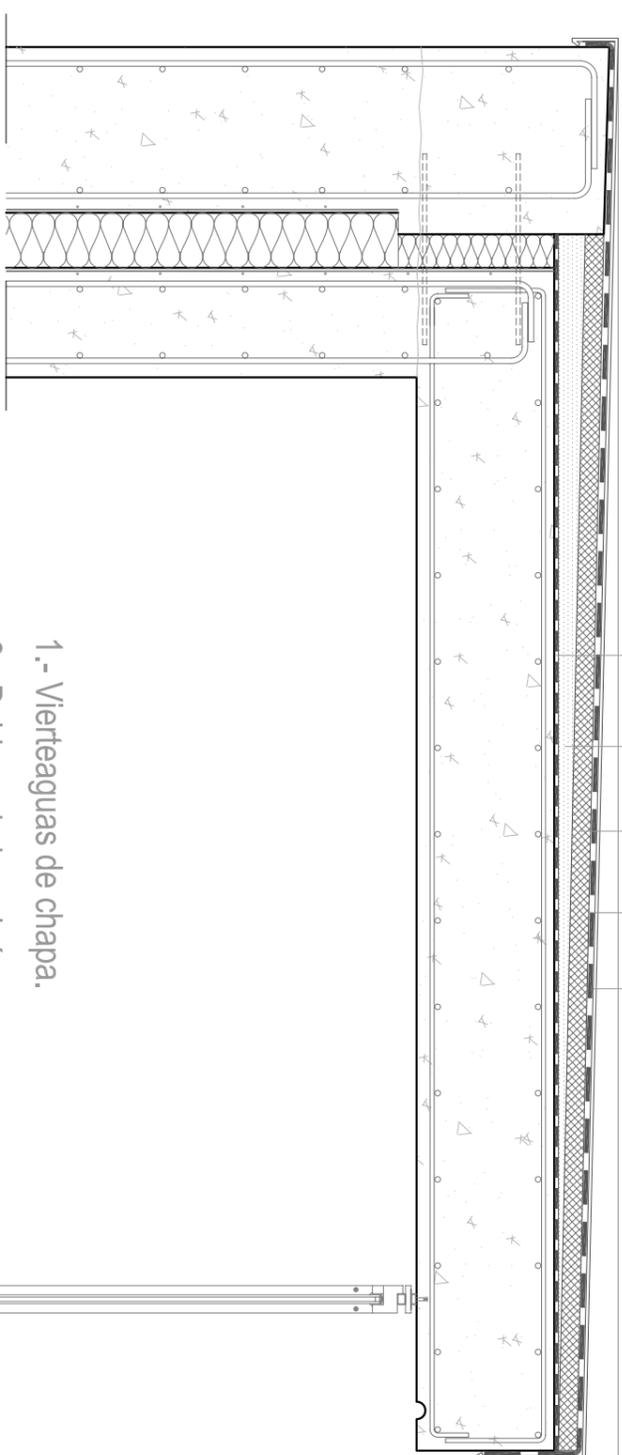
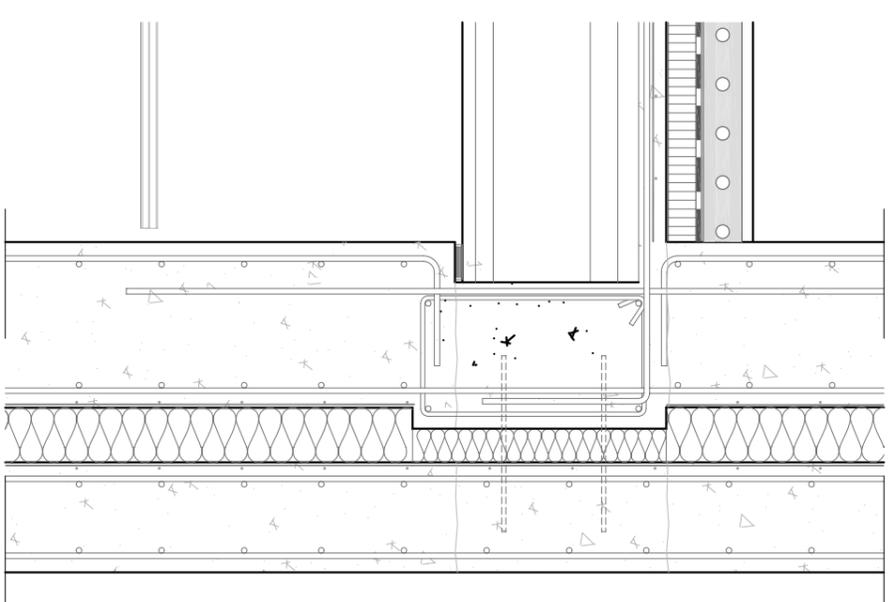
Anuncios Google

ANEJO D

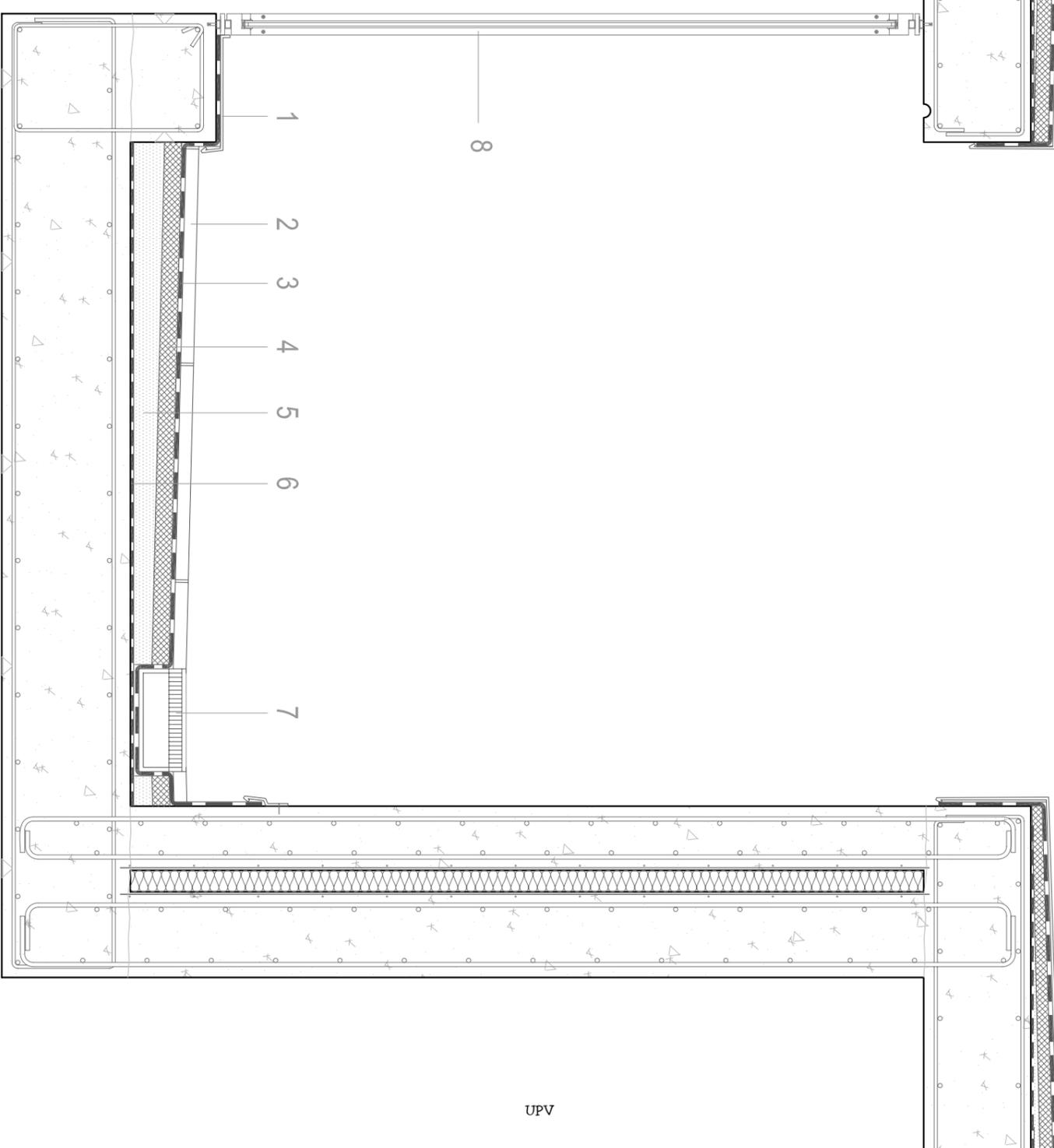
COLOCACIÓN MOQUETA



1. Muro de hormigón armado exterior de 20mm
2. Plancha de poliestireno 60mm atravesado por armadura
3. Aislamiento térmico 100mm
4. Muro de hormigón armado interior 300mm
5. Placa alveolar prefabricada 3200mm
6. Capa de compresión y mallazo 50mm
7. Capa de separación
8. Lámina contra impacto 50mm
9. Geotextil de separación
10. Moqueta pegada



- 1.- Verteaguas de chapa.
- 2.- Baldosa de hormigón.
- 3.- Lámina impermeabilizante.
- 4.- Aislamiento rígido.
- 5.- Hormigón de pendiente.
- 6.- Barrera de vapor.
- 7.- Rejilla plana, sumidero.
- 8.- Acristalamiento fijo.

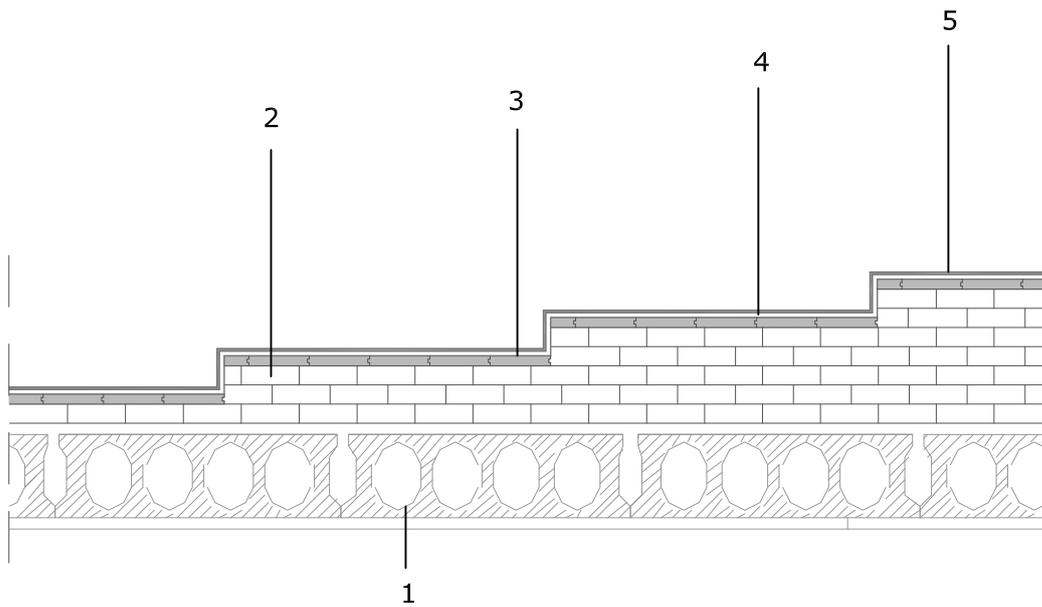


6 5 4 3 1

1 2 3 4 5 6 7

8

SISTEMA CONSTRUCTIVO ESCALERAS DEL AUDITORIO



1. Placa alveolar prefabricada 3200mm

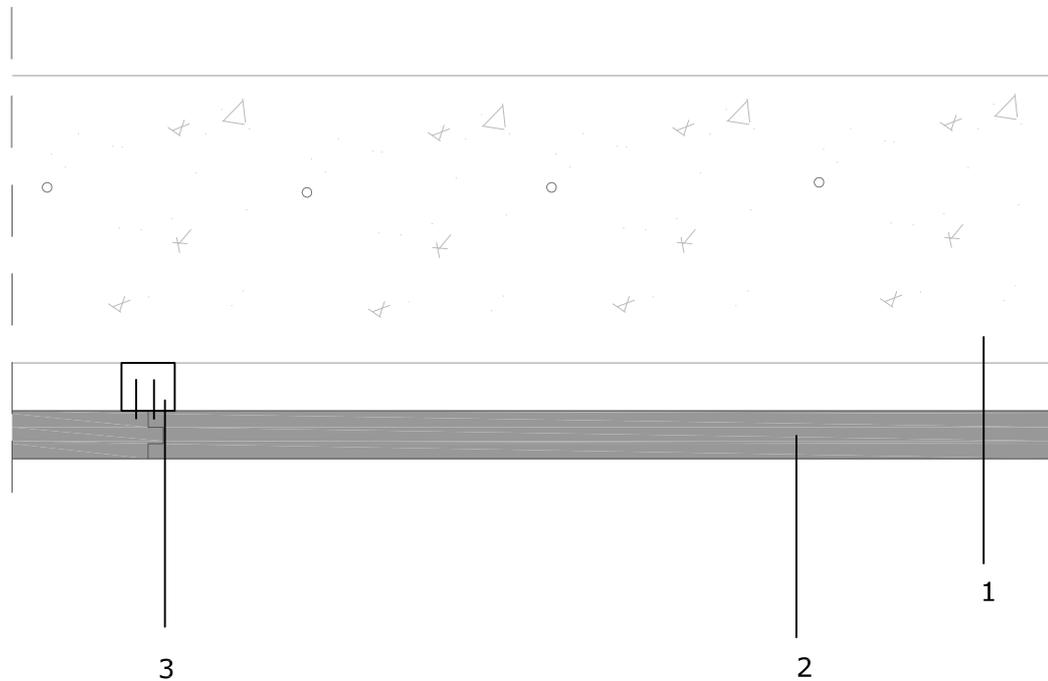
2. Ladrillo cerámico macizo 24x12x7cm, colocado en hileras cada un metro para la formación de los peldaños. Cojido con mortero

3. Bardos cerámicos 100x25x4cm, para la horizontalidad de los peldaños, apoyados en las hiladas de ladrillo

4. Capa de compresión de 5cm con mallazo.

5. Moqueta pegada

SISTEMA CONSTRUCTIVO PARED DE MADERA

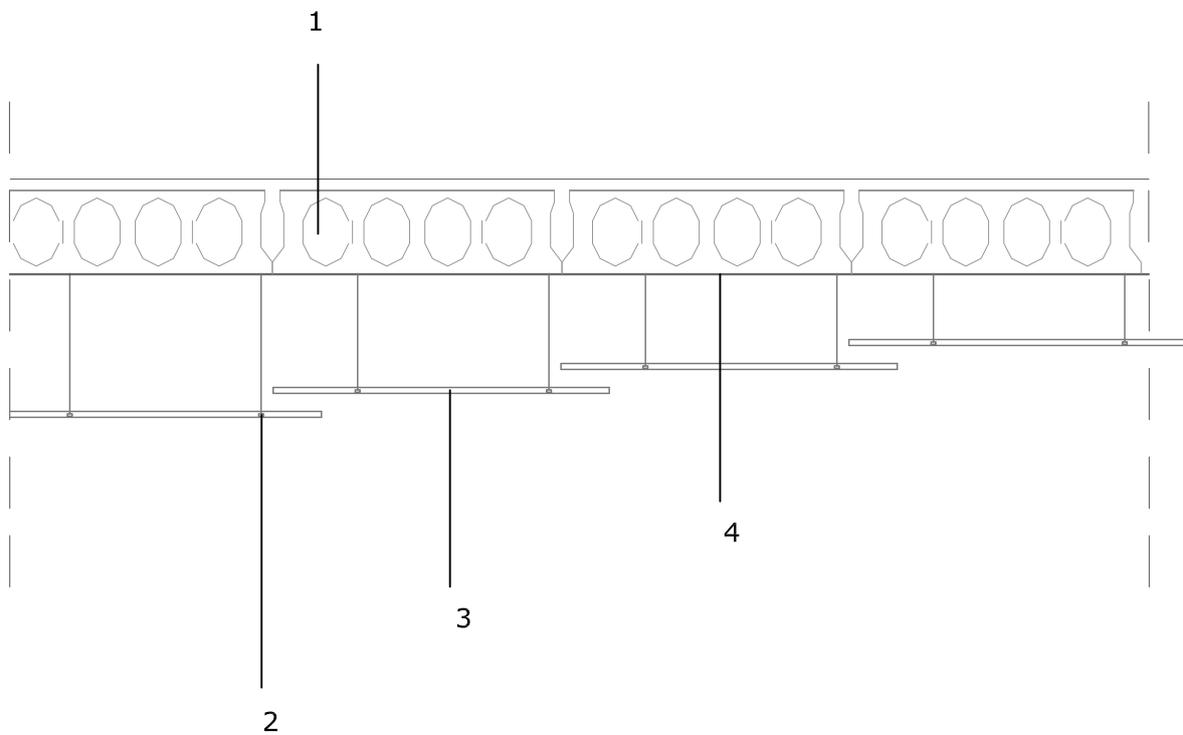


1. Muro de carga de hormigón armado de 600mm

2. Perfil machihembrado, rechapado de roble

3. Rastreles de madera, cada 2430mm. Los paneles se cogen a éstos mediante fijación mecánica (tornillos)

SISTEMA CONSTRUCTIVO TECHO DE MADERA DE LA SALA DE CONFERENCIAS



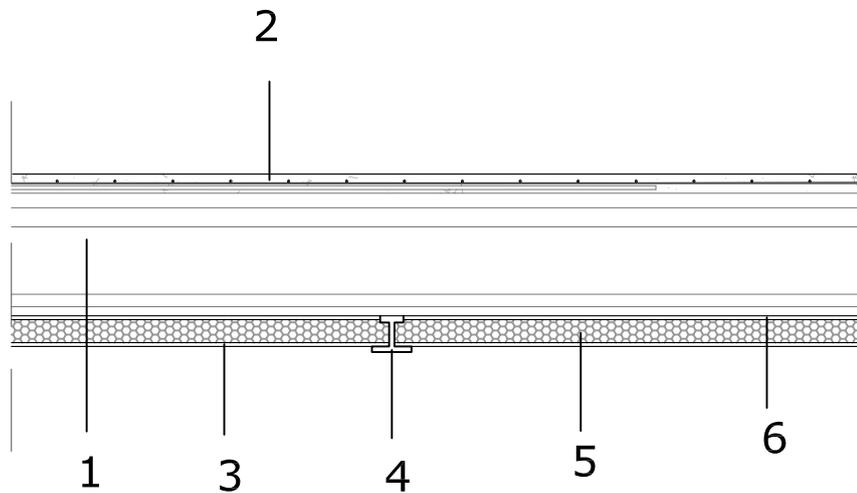
1. Placa alveolar prefabricada 3200mm

2. Perfilería oculta para sostener a diferentes niveles los paneles que forman el techo. Formadas por varillas roscadas.

3. Paneles registrables de madera aglomerada

4. Geotextil para absorber el ruido que pueda entrar entre los paneles.

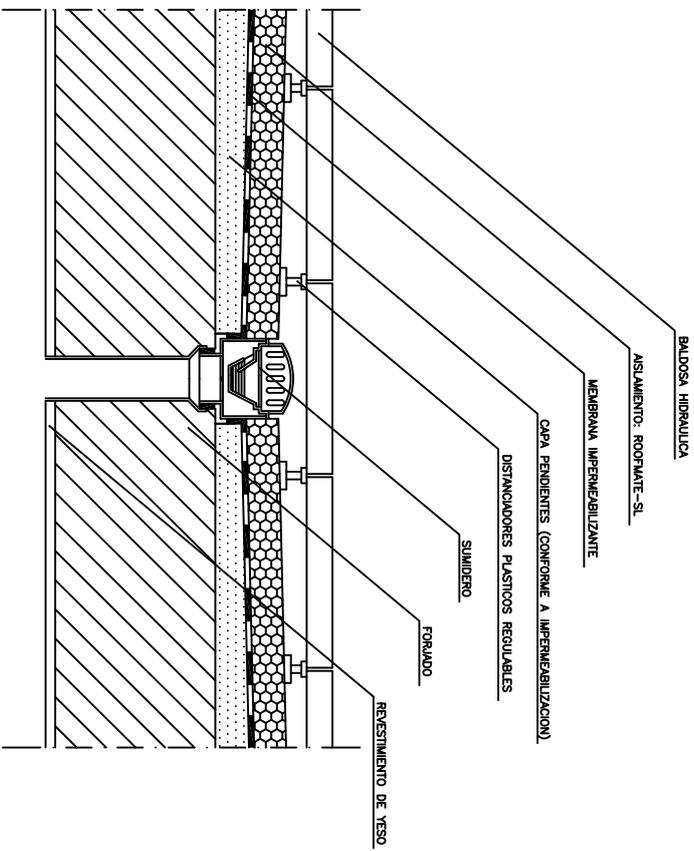
TECHO FIDJI



1. Placa alveolar prefabricada 3200mm
2. Capa de compresión y mallazo 50mm
3. Placa inferior techo fidji (yeso laminado)
4. Perfil registrable visto
5. Aislamiento térmico y acústico
6. Placa superior techo fidji (yeso laminado)

Espesor total de la placa 8cm.

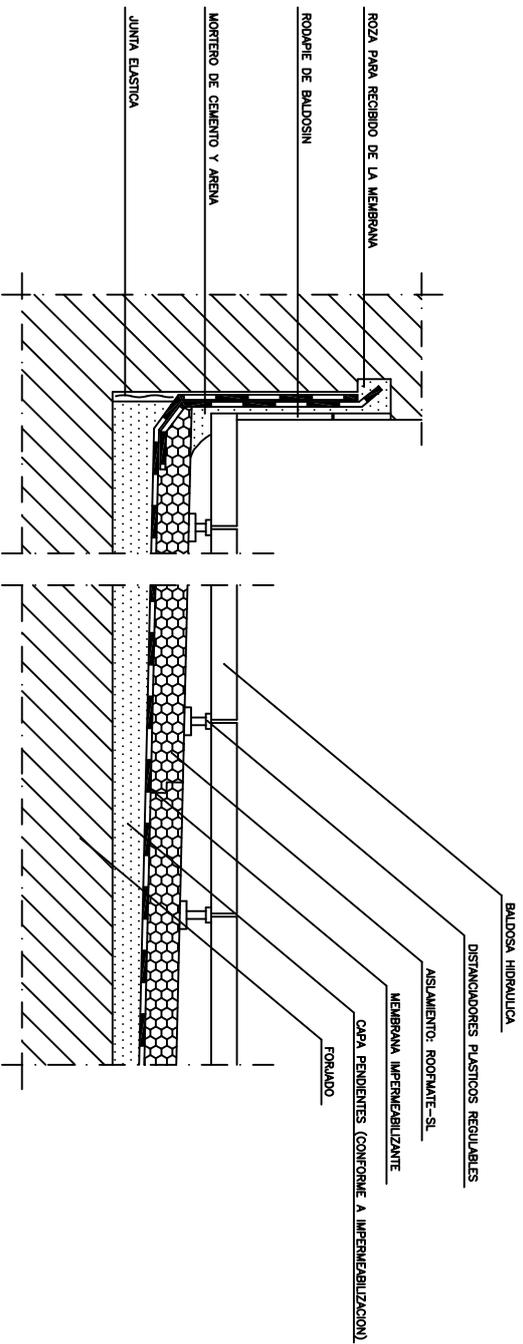
DOW14: SUMIDERO. CUBIERTA INVERTIDA TRANSITABLE. BALDOSAS SOBRE DISTANCIADORES PLASTICOS REGULABLES.



Escala = 1:10

CARACTERISTICAS	Densidad mínima	λ Conductividad térmica máxima a 90 días (10° C)	Resistencia a la compresión mín.	Absorción de agua	Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua (μ)	Reacción al fuego	Dimensiones	Corte perimetral	Superficie
NORMA	DIN 53420 UNE 53215	DIN 52612 UNE 92202	DIN 53421 UNE 53205	DIN 53434	DIN 52615 UNE 92226	DIN 4102 UNE 23727	-	-	-
UNIDAD	Kg/m ³	W/m.K	KPa	%-vol.	-	-	Longitud Anchura Espesor mm	-	-
ROOFMATE-SL	32	0,027	300	<0,2	100-200	B1 M1	1250 600 30,40;50,60,80		Con piel

SECCION TIPO Y ENCUENTRO CON PARAMENTO. CUBIERTA INVERTIDA TRANSITABLE. BALDOSAS SOBRE DISTANCIADORES PLASTICOS REGULABLES.



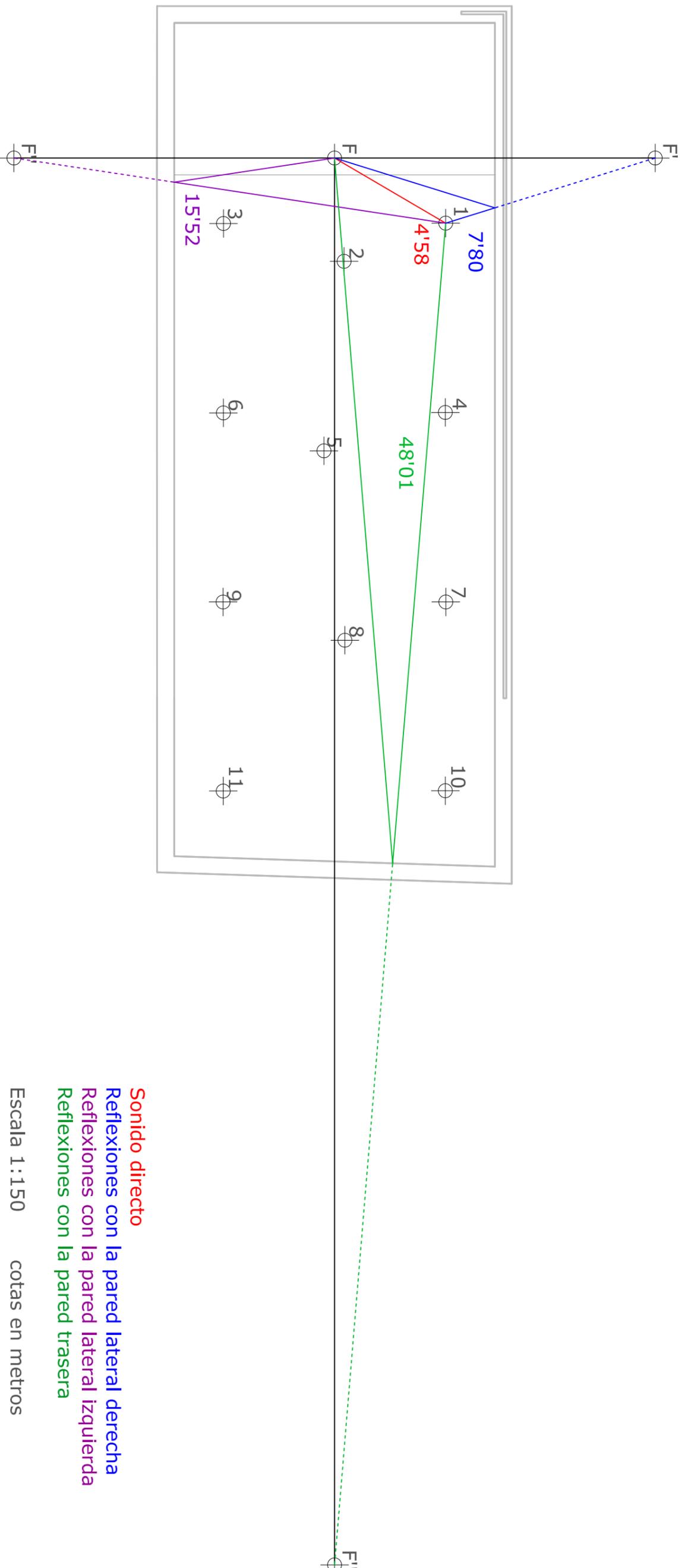
Escala = 1:10

CARACTERISTICAS	Densidad mínima	λ Conductividad térmica máxima a 90 días (10° C)	Resistencia a la compresión mín.	Absorción de agua	Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua (μ)	Reacción al fuego	Dimensiones	Corte perimetral	Superficie
NORMA	DIN 53420 UNE 53215	DIN 52612 UNE 92202	DIN 53421 UNE 53205	DIN 53434	DIN 52615 UNE 92226	DIN 4102 UNE 23727	-	-	-
UNIDAD	Kg/m ³	W/m.K	KPa	%-vol.	-	-	Longitud Anchura Espesor mm	-	-
ROOFMATE-SL	32	0,027	300	<0,2	100-200	B1 M1	1250 600 30,40;50,60,80		Con piel

ANEJO

E

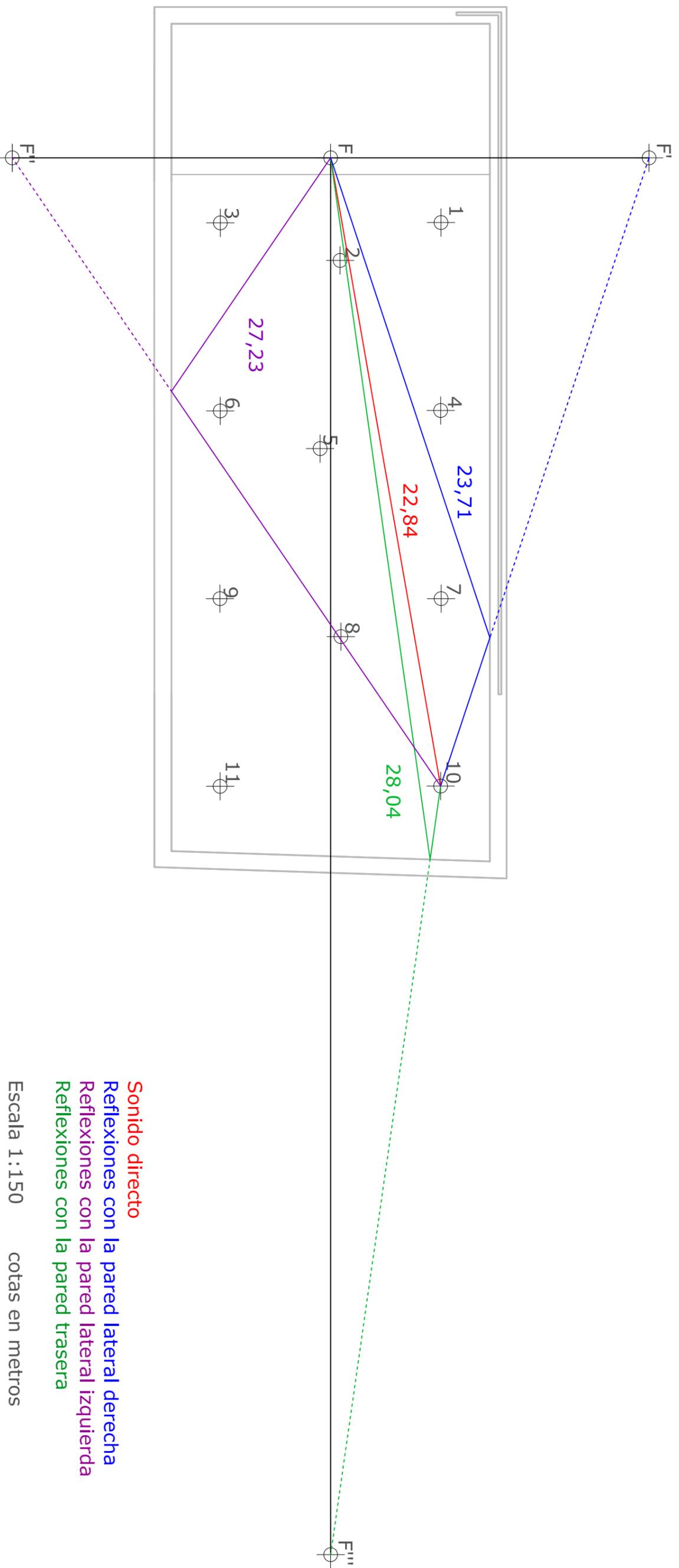
REFLEXIONES AUDITORIO



- Sonido directo**
- Reflexiones con la pared lateral derecha**
- Reflexiones con la pared lateral izquierda**
- Reflexiones con la pared trasera**

Escala 1:150 cotas en metros

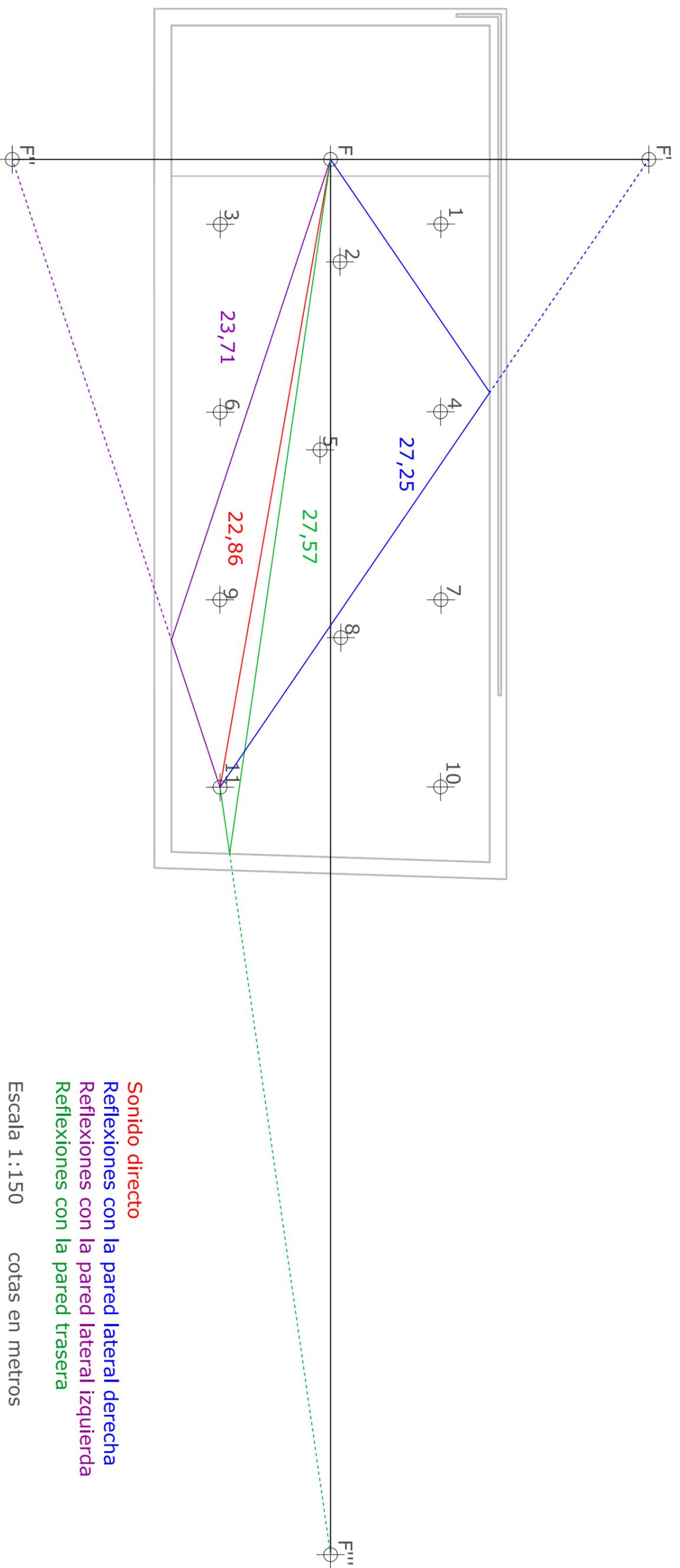
REFLEXIONES AUDITORIO



Sonido directo
Reflexiones con la pared lateral derecha
Reflexiones con la pared lateral izquierda
Reflexiones con la pared trasera

Escala 1:150 cotas en metros

REFLEXIONES AUDITORIO



Sonido directo

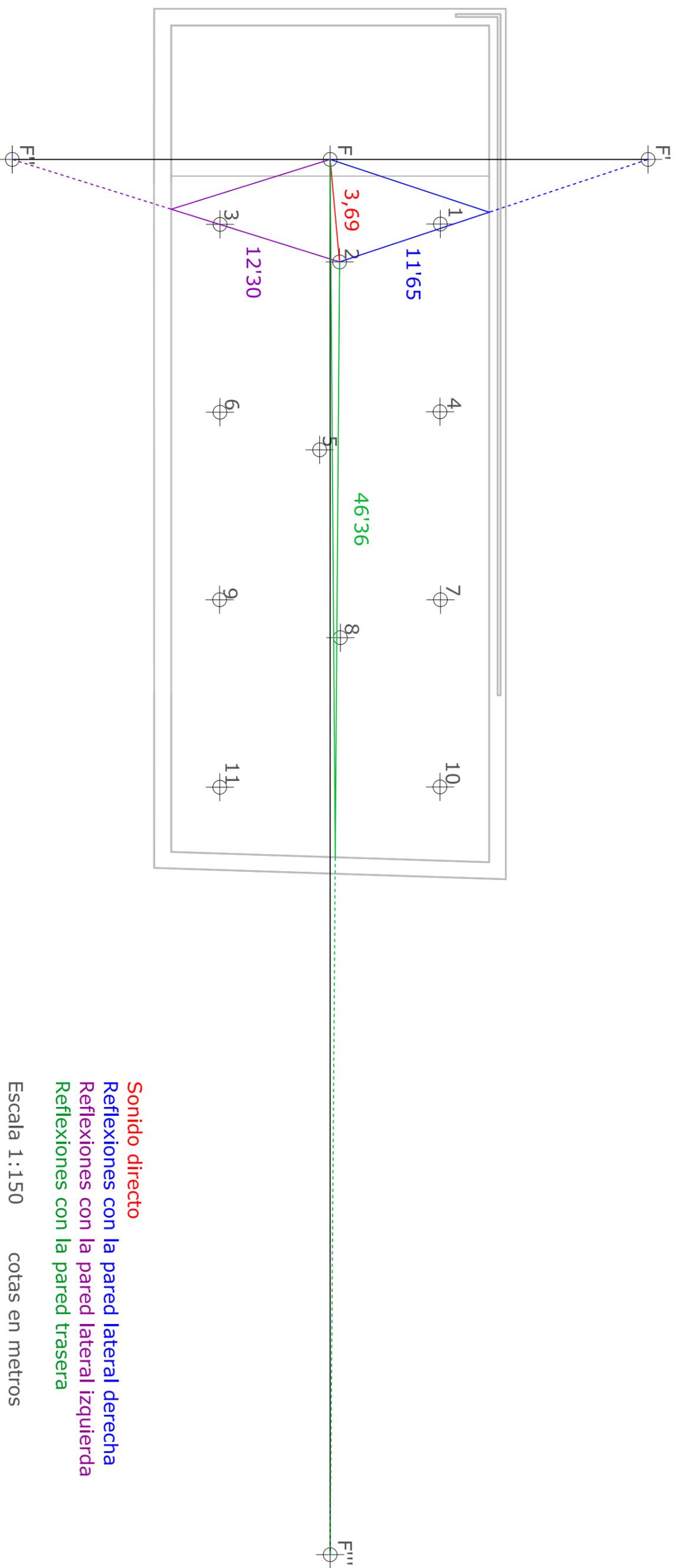
Reflexiones con la pared lateral derecha

Reflexiones con la pared lateral izquierda

Reflexiones con la pared trasera

Escala 1:150 cotas en metros

REFLEXIONES AUDITORIO



Sonido directo

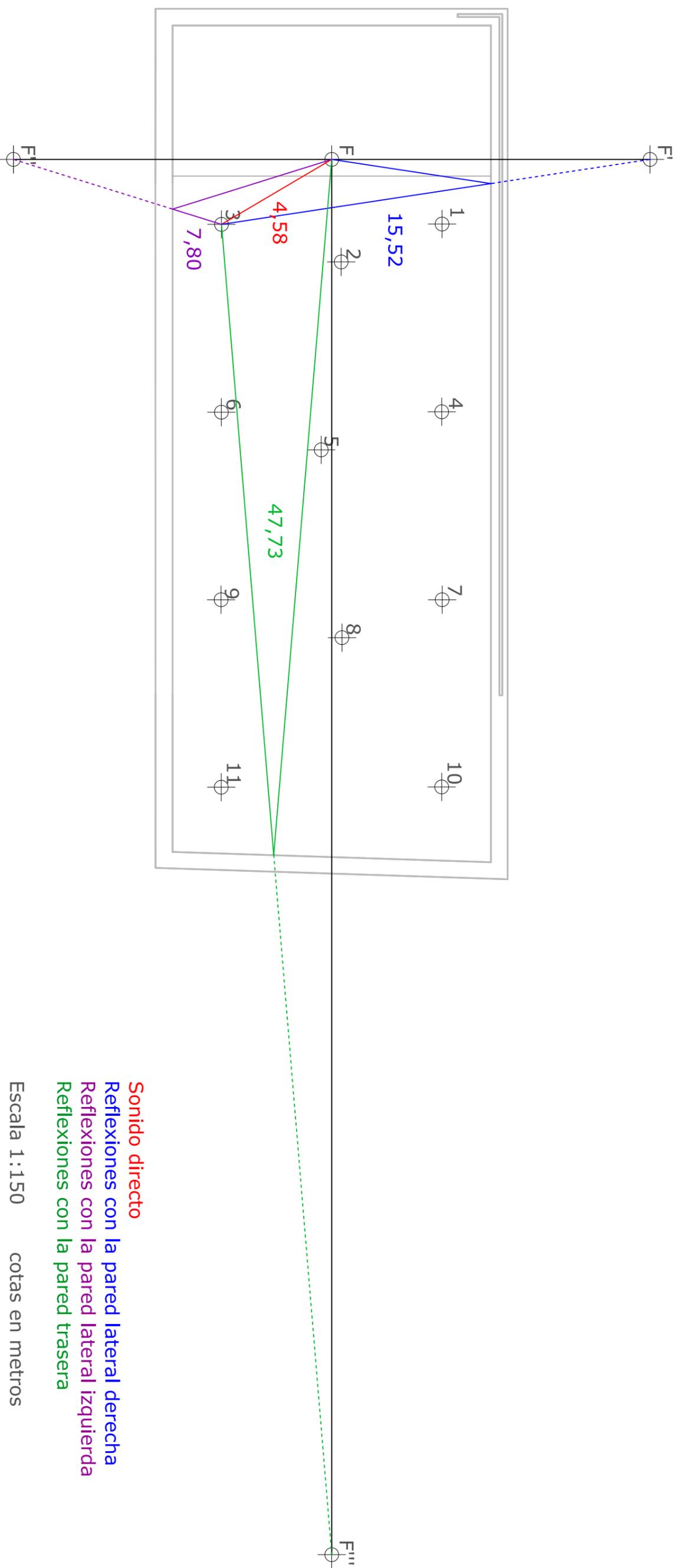
Reflexiones con la pared lateral derecha

Reflexiones con la pared lateral izquierda

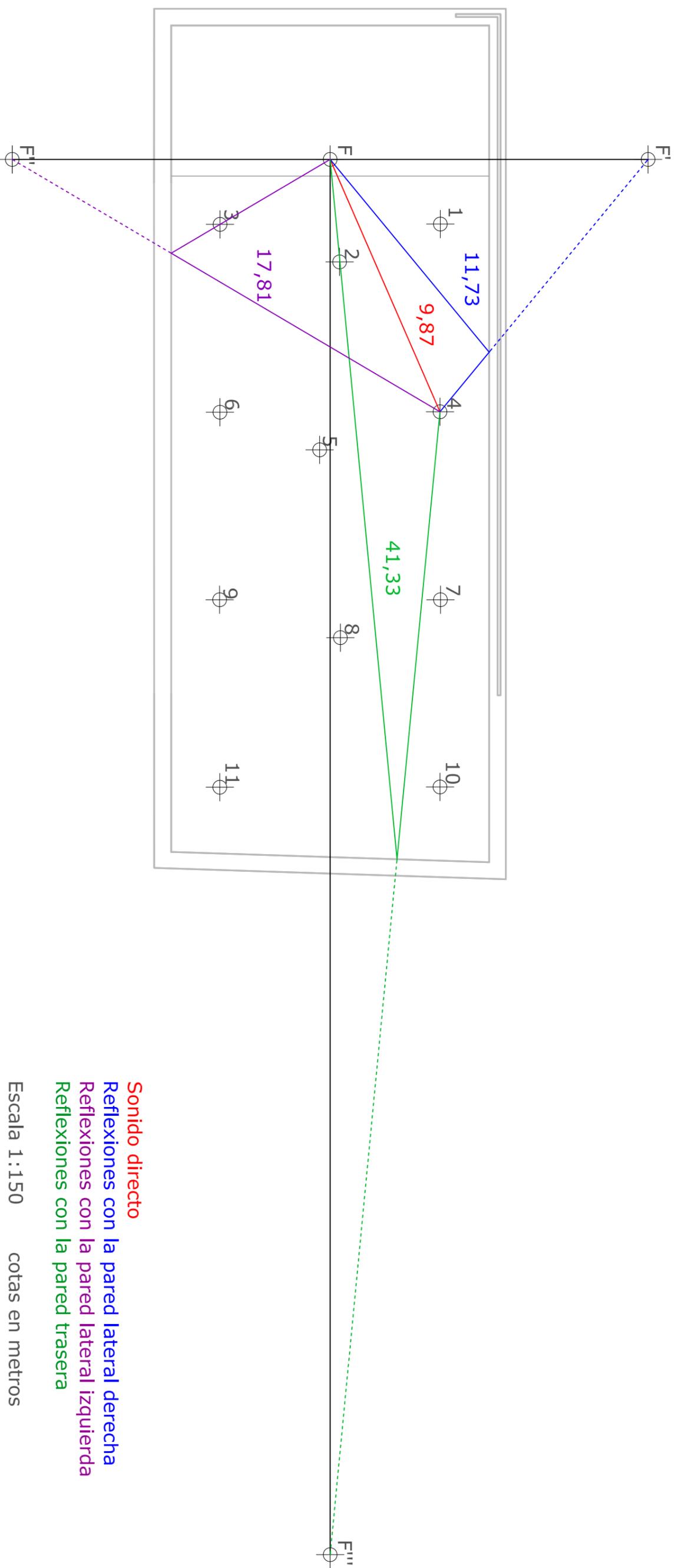
Reflexiones con la pared trasera

Escala 1 : 150 cotas en metros

REFLEXIONES AUDITORIO



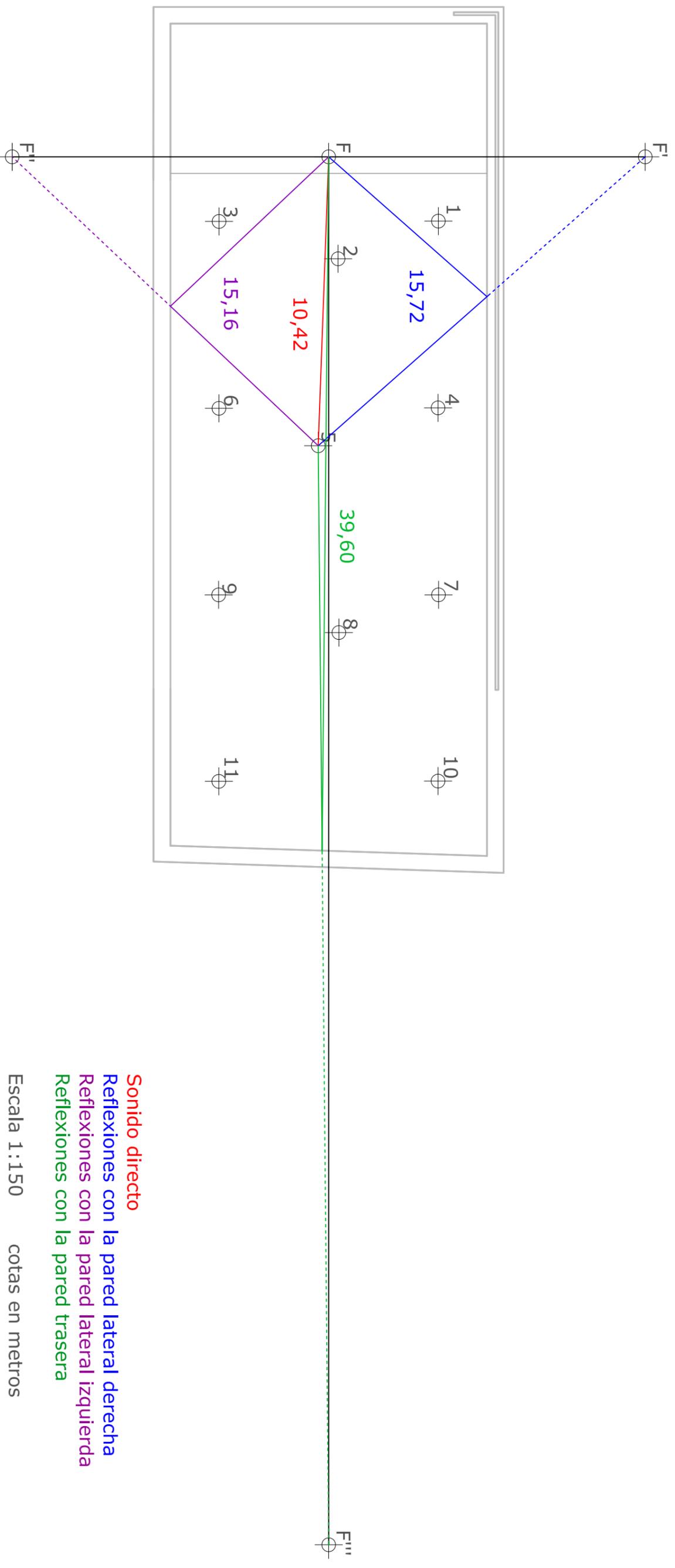
REFLEXIONES AUDITORIO



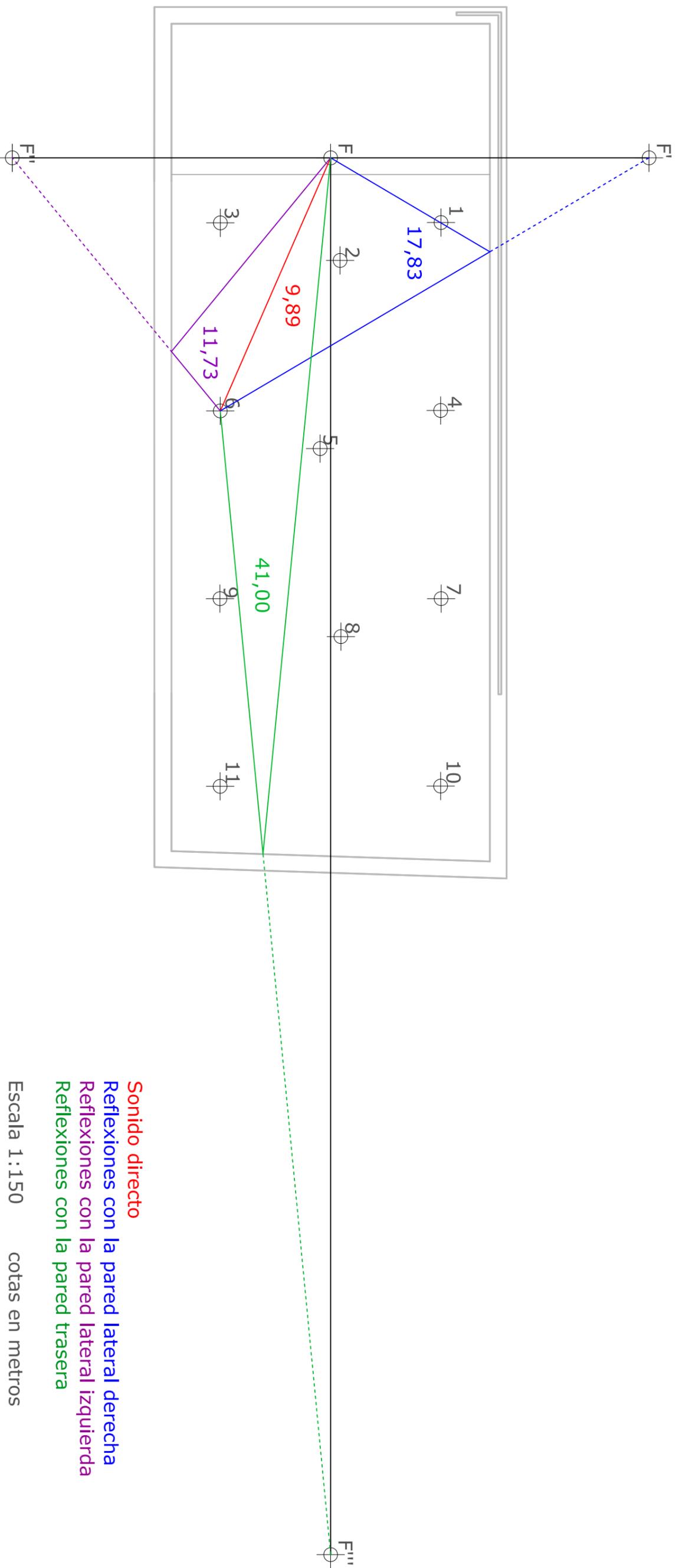
Sonido directo
Reflexiones con la pared lateral derecha
Reflexiones con la pared lateral izquierda
Reflexiones con la pared trasera

Escala 1:150 cotas en metros

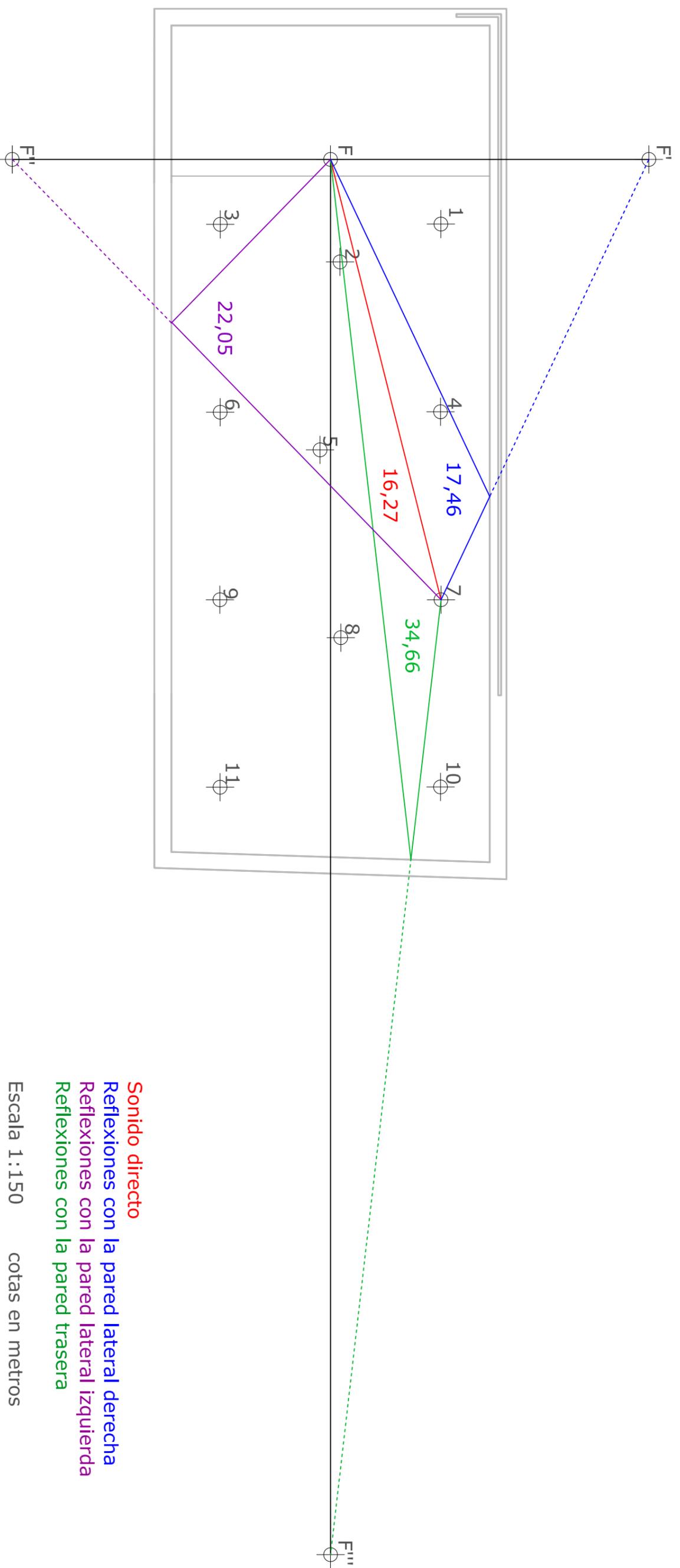
REFLEXIONES AUDITORIO



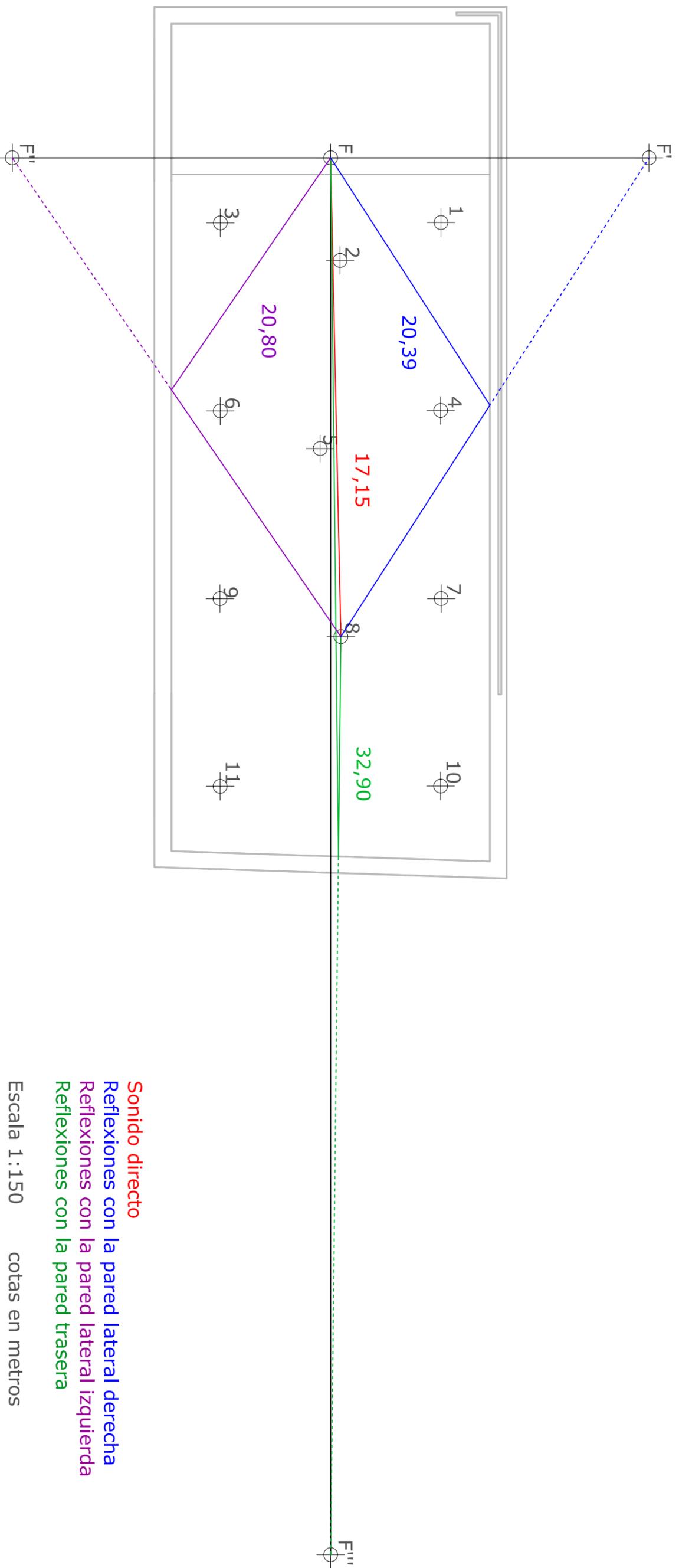
REFLEXIONES AUDITORIO



REFLEXIONES AUDITORIO



REFLEXIONES AUDITORIO



Sonido directo

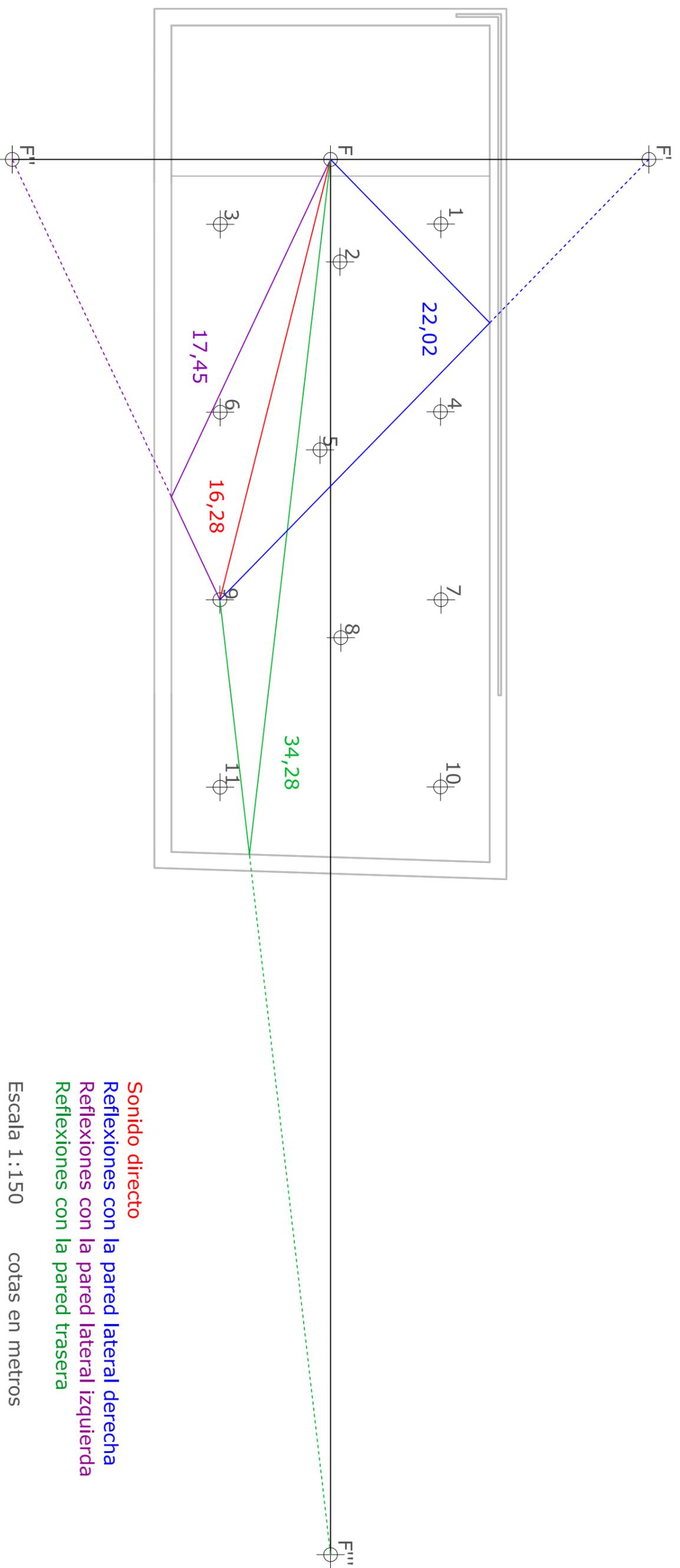
Reflexiones con la pared lateral derecha

Reflexiones con la pared lateral izquierda

Reflexiones con la pared trasera

Escala 1:150 cotas en metros

REFLEXIONES AUDITORIO



Sonido directo

Reflexiones con la pared lateral derecha

Reflexiones con la pared lateral izquierda

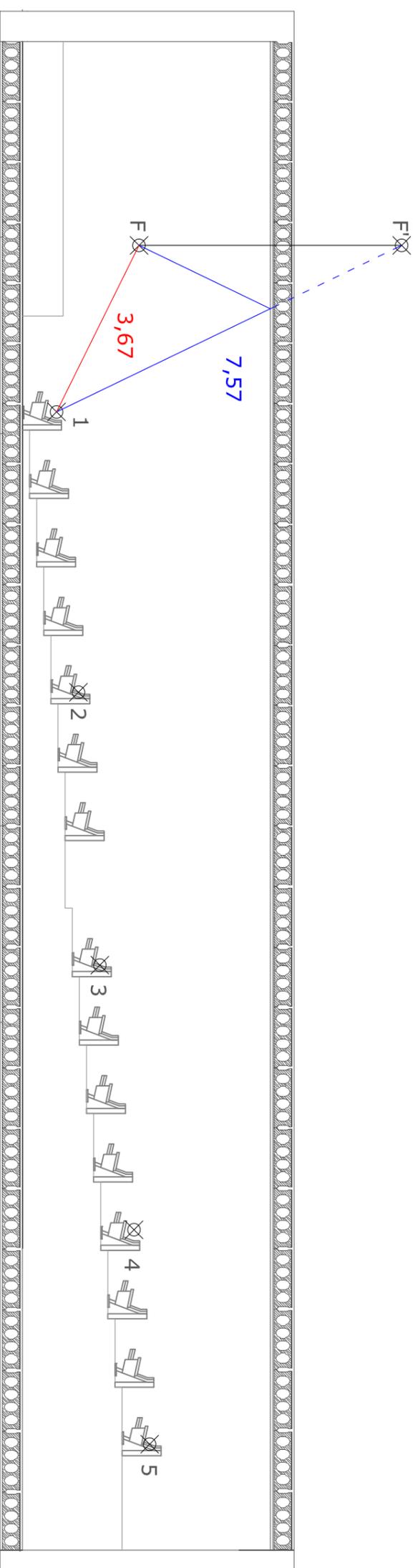
Reflexiones con la pared trasera

Escala 1 : 150 cotas en metros

ANEJO

F

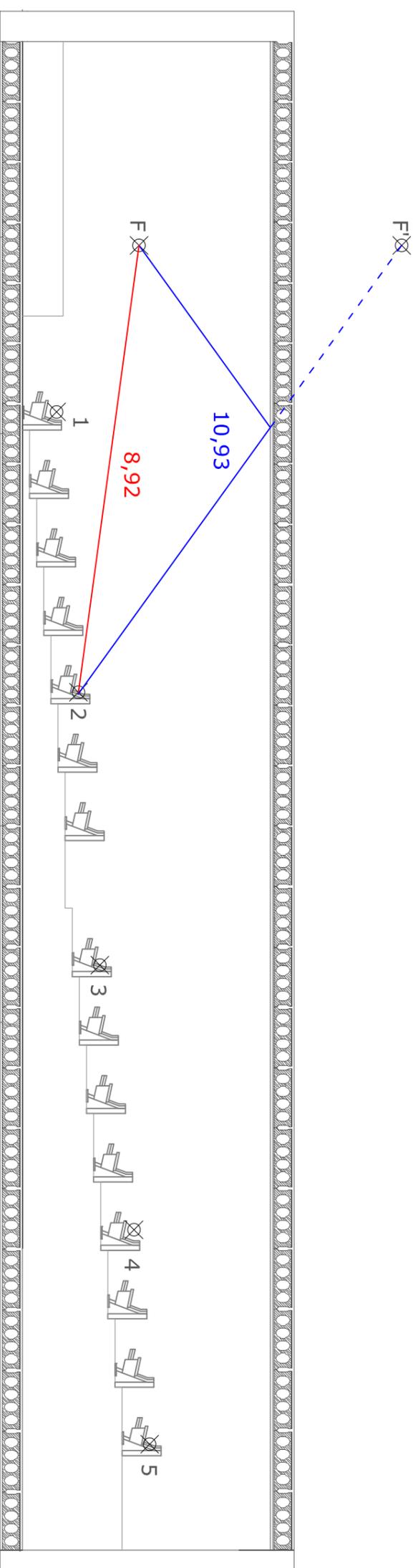
REFLEXIONES TECHO AUDITORIO



Sonido directo
Reflexiones con el techo

Escala 1:150 cotas en metros

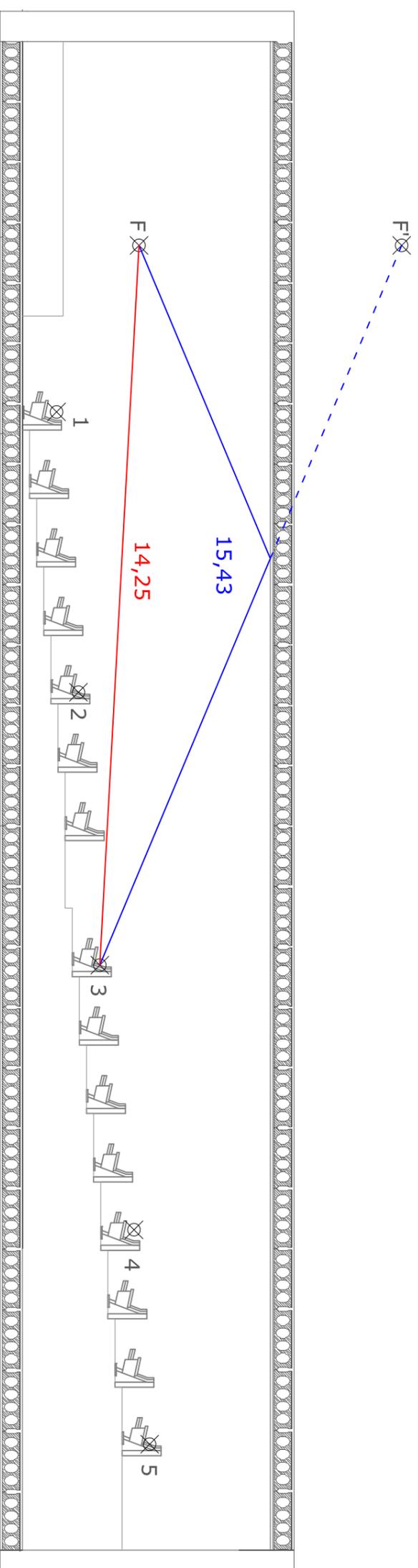
REFLEXIONES TECHO AUDITORIO



Sonido directo
Reflexiones con el techo

Escala 1:150 cotas en metros

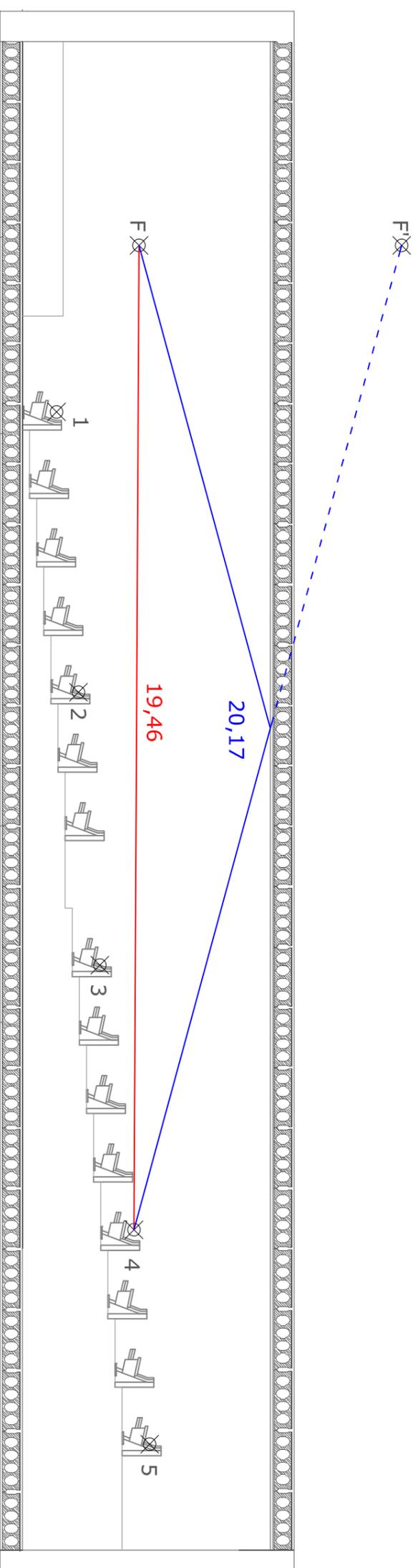
REFLEXIONES TECHO AUDITORIO



Sonido directo
Reflexiones con el techo

Escala 1:150 cotas en metros

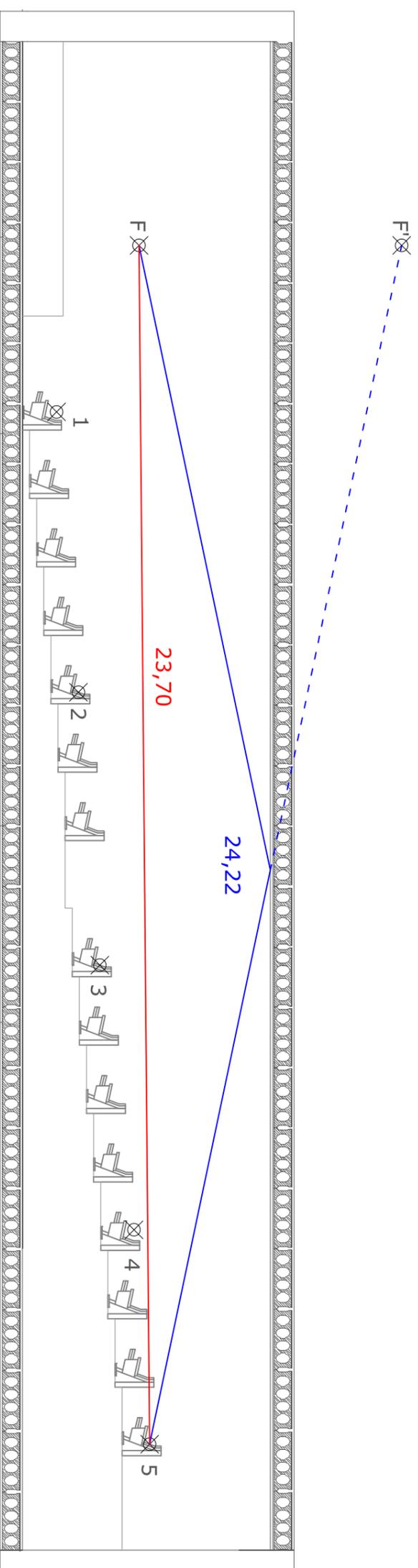
REFLEXIONES TECHO AUDITORIO



Sonido directo
Reflexiones con el techo

Escala 1:150 cotas en metros

REFLEXIONES TECHO AUDITORIO



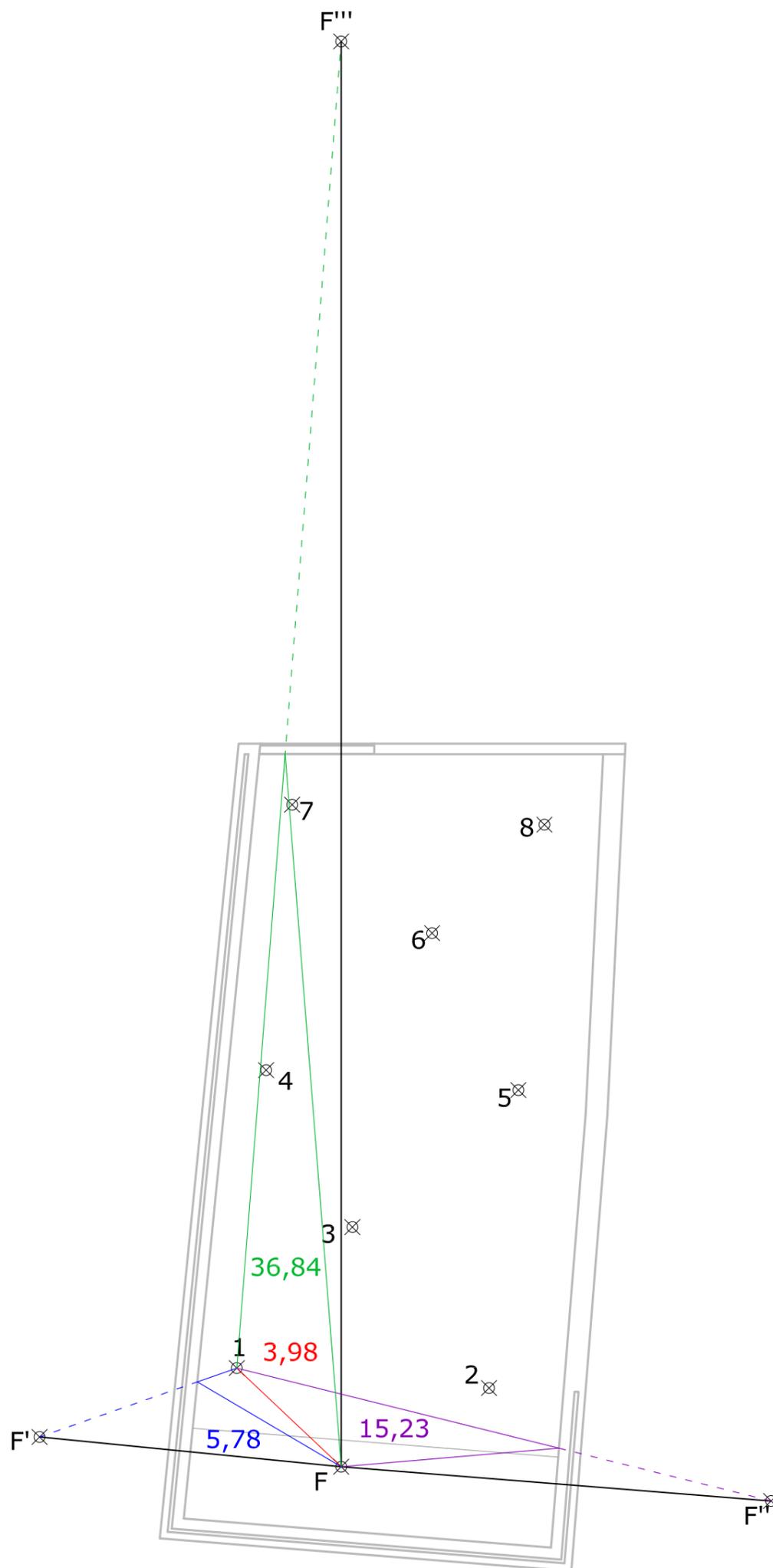
Sonido directo
Reflexiones con el techo

Escala 1:150 cotas en metros

ANEJO

G

REFLEXIONES SALA DE CONFERENCIAS



Sonido directo

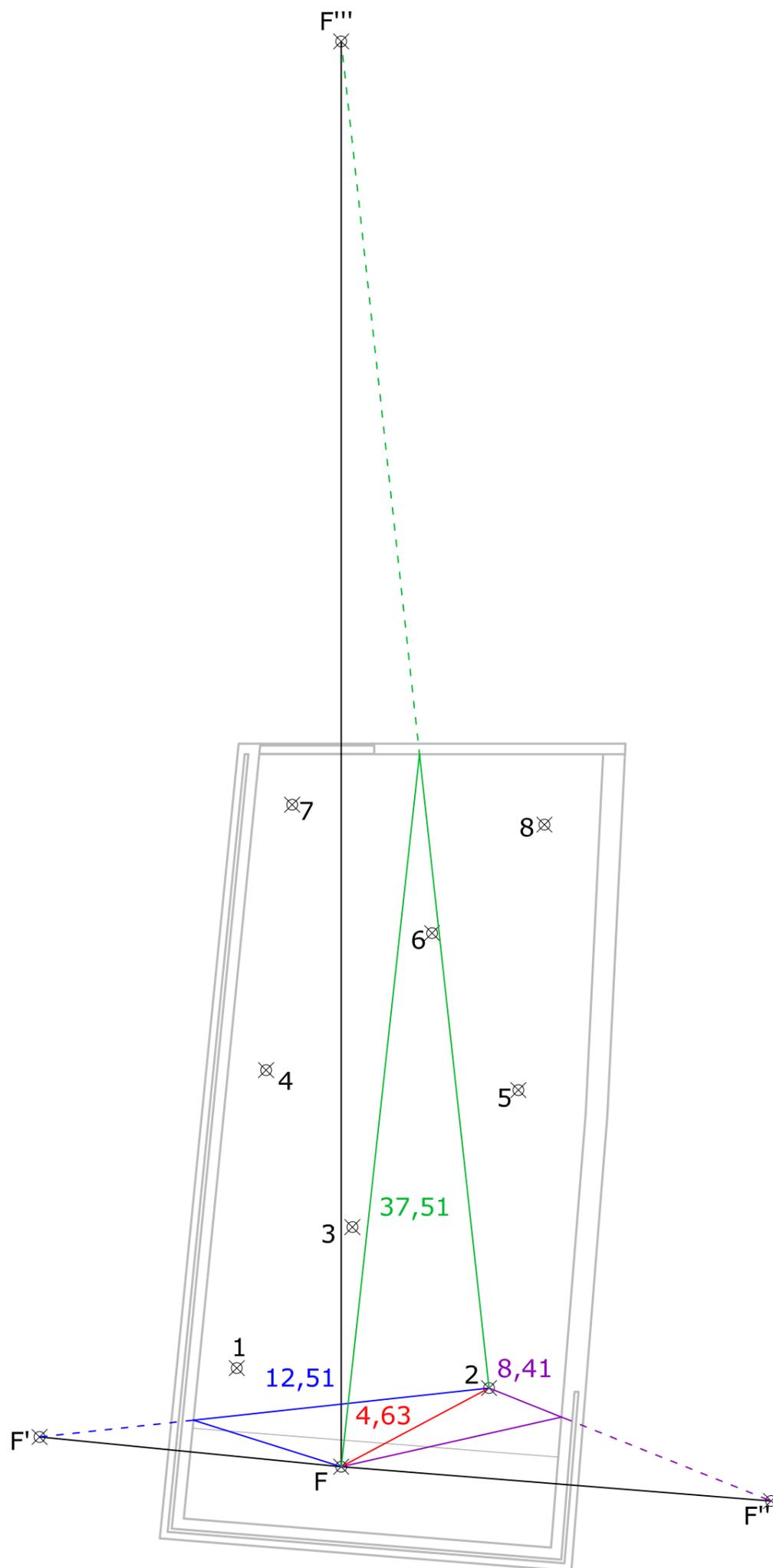
Reflexiones con la pared lateral izquierda

Reflexiones con la pared lateral derecha

Reflexiones con la pared trasera

Escala 1:150 cotas en metros

REFLEXIONES SALA DE CONFERENCIAS



Sonido directo

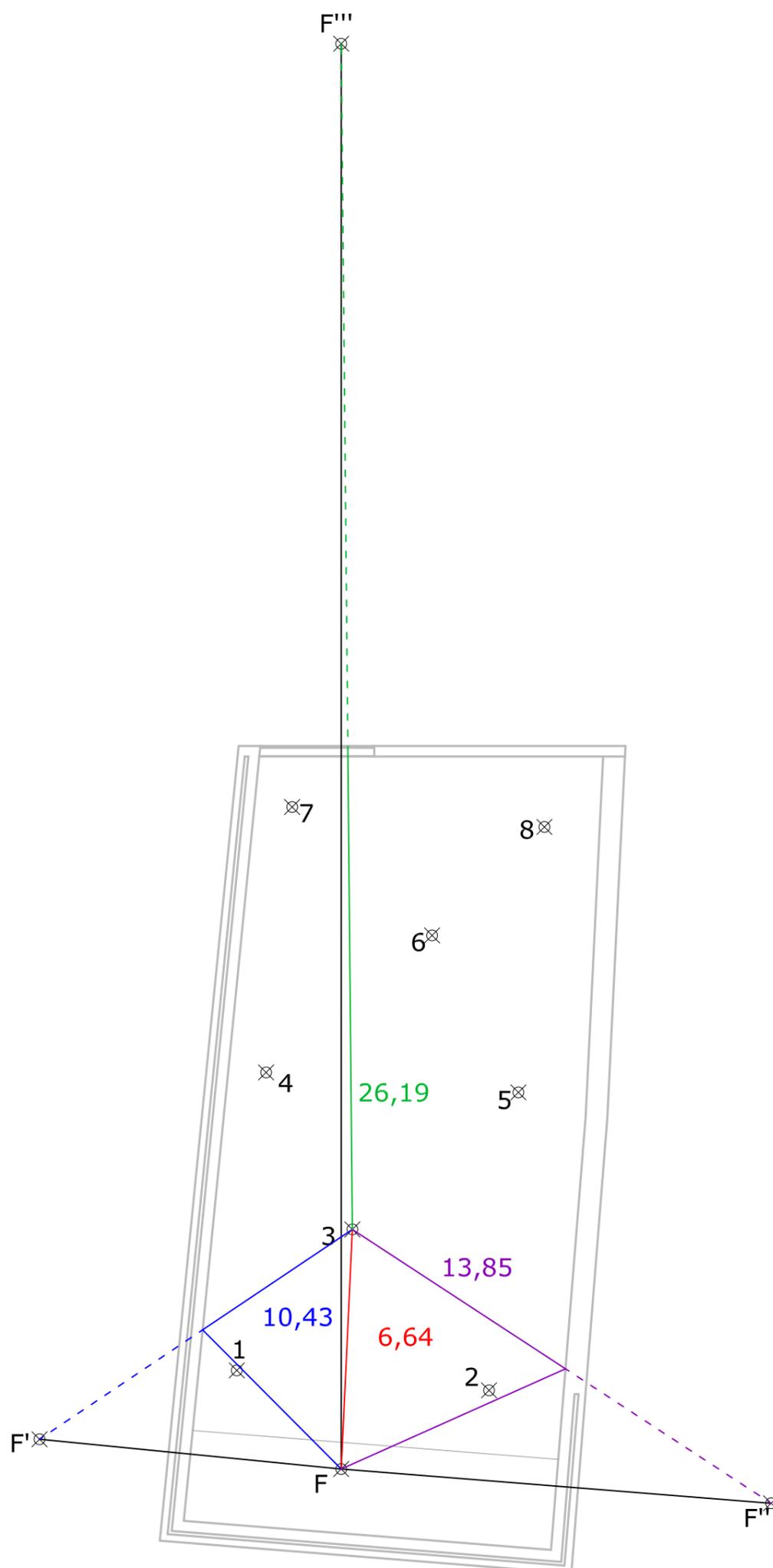
Reflexiones con la pared lateral izquierda

Reflexiones con la pared lateral derecha

Reflexiones con la pared trasera

Escala 1:150 cotas en metros

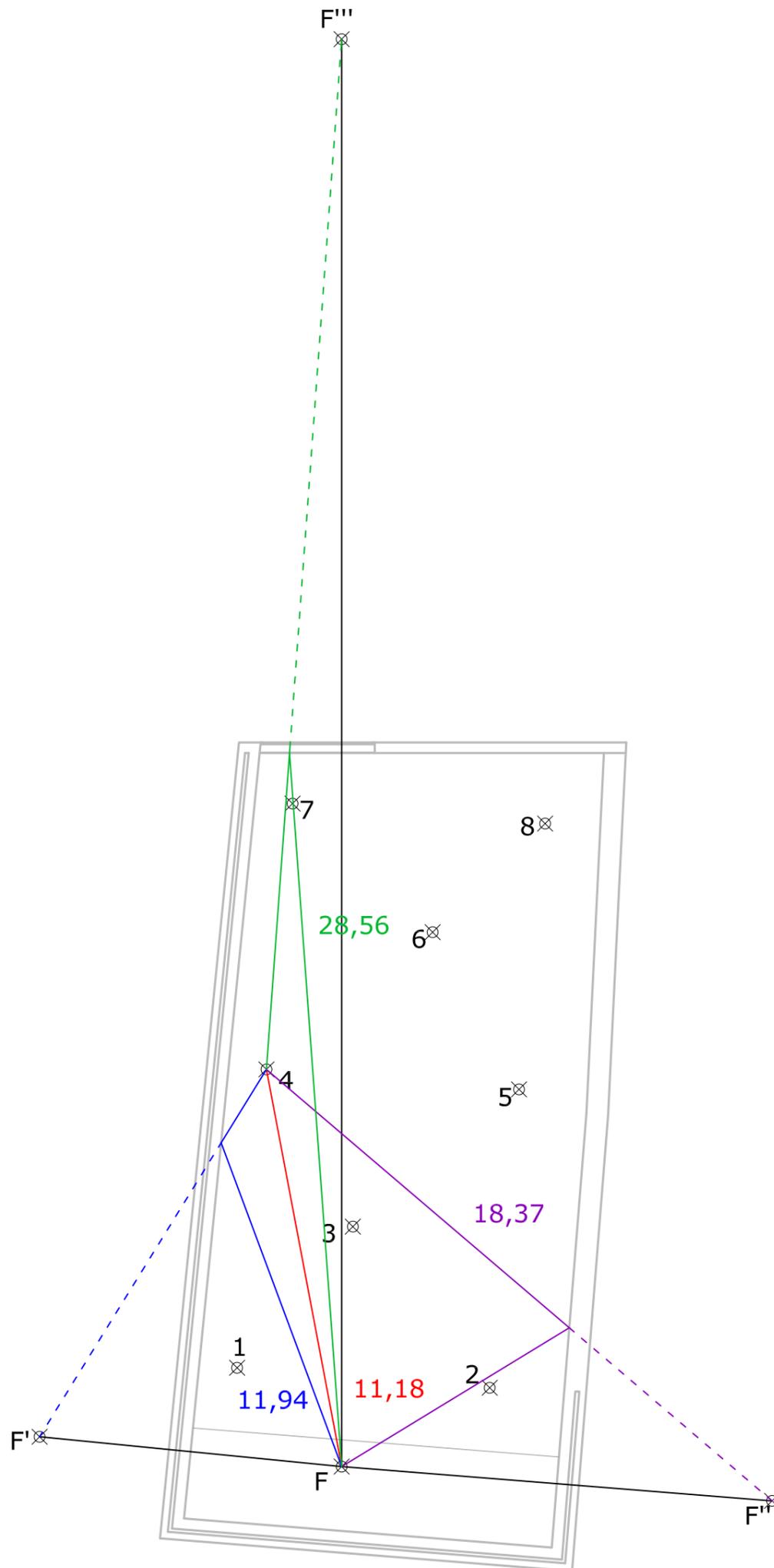
REFLEXIONES SALA DE CONFERENCIAS



Sonido directo
Reflexiones con la pared lateral izquierda
Reflexiones con la pared lateral derecha
Reflexiones con la pared trasera

Escala 1:150 cotas en metros

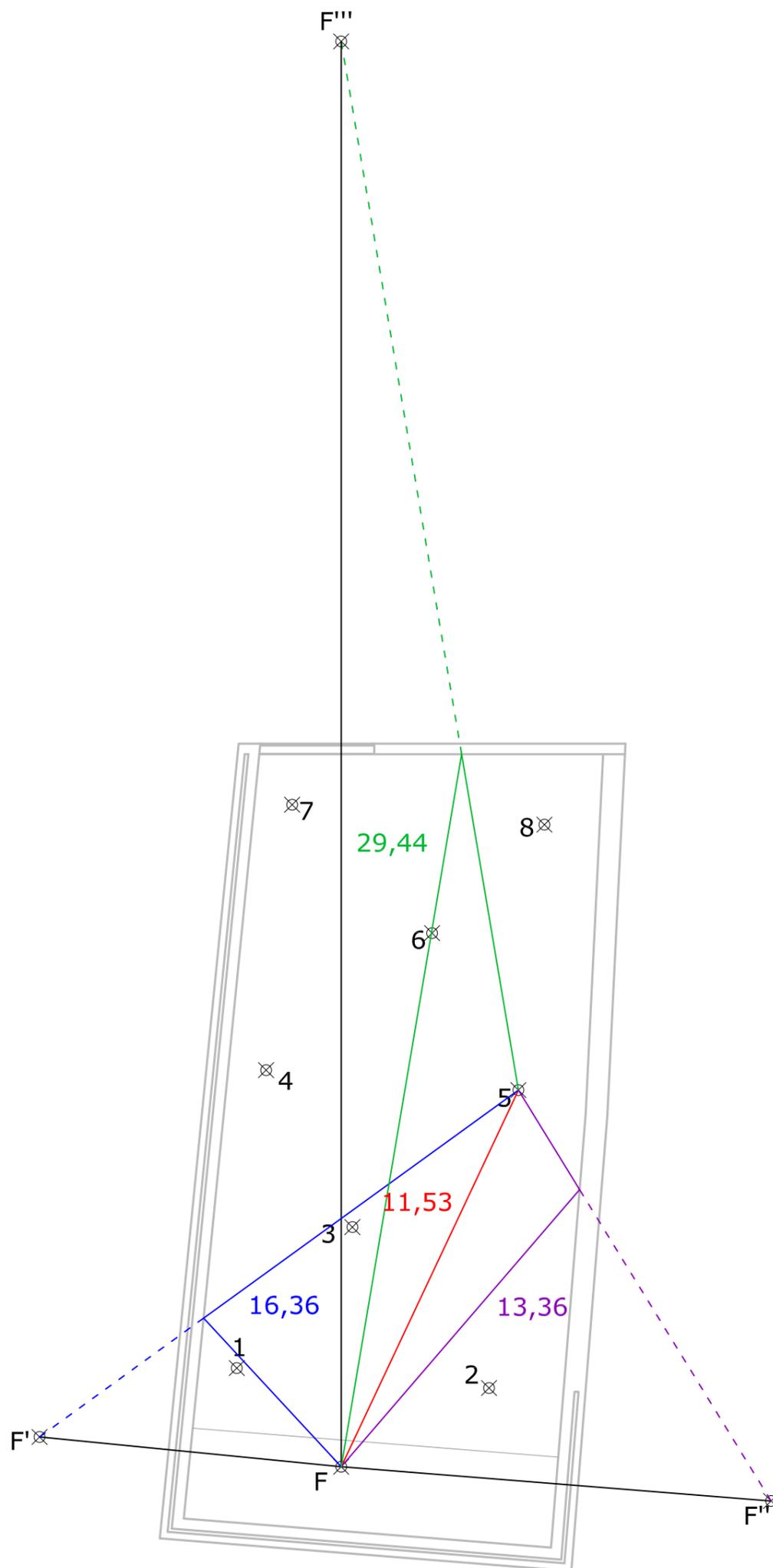
REFLEXIONES SALA DE CONFERENCIAS



Sonido directo
 Reflexiones con la pared lateral izquierda
 Reflexiones con la pared lateral derecha
 Reflexiones con la pared trasera

Escala 1:150 cotas en metros

REFLEXIONES SALA DE CONFERENCIAS



Sonido directo

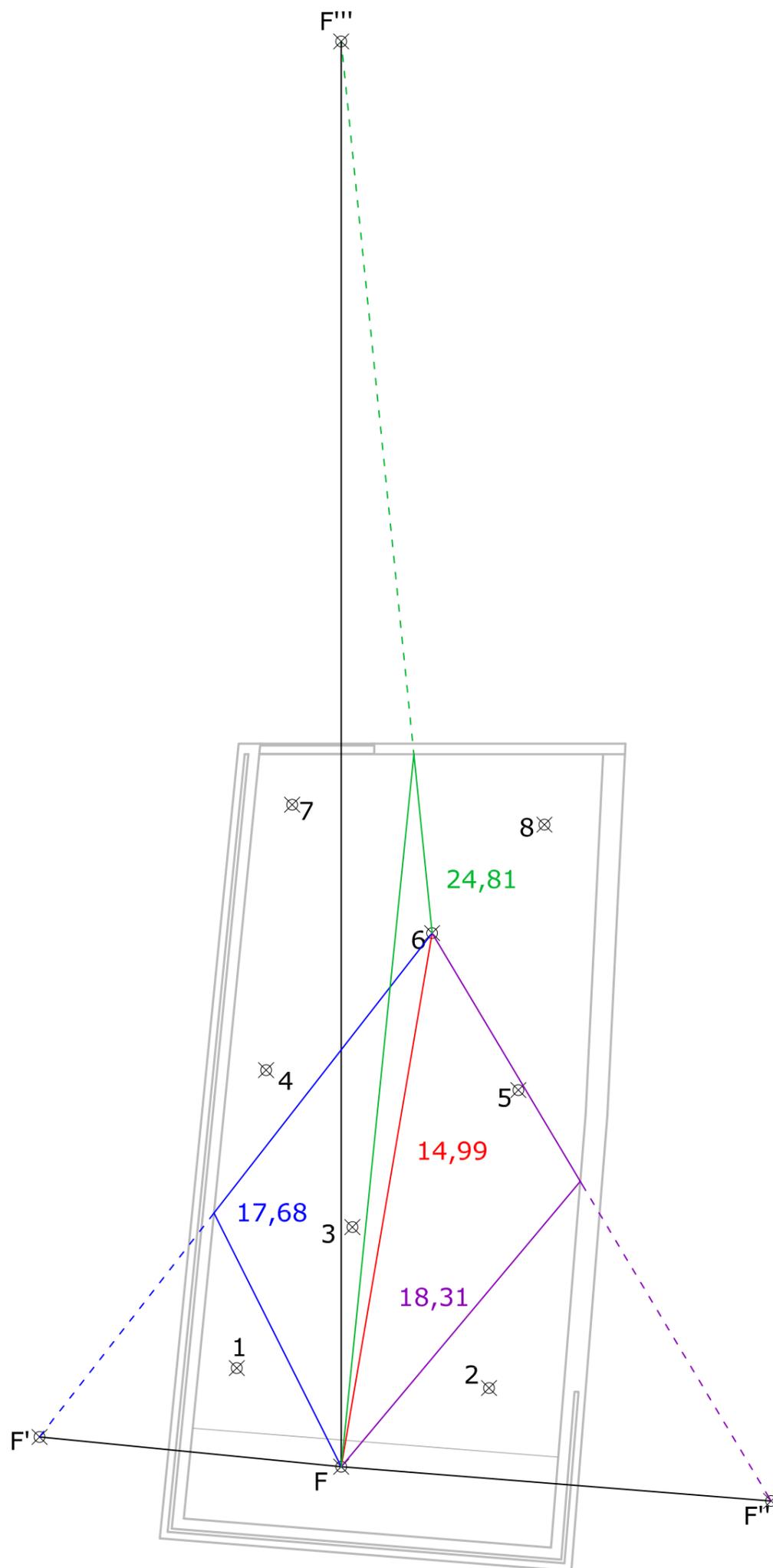
Reflexiones con la pared lateral izquierda

Reflexiones con la pared lateral derecha

Reflexiones con la pared trasera

Escala 1:150 cotas en metros

REFLEXIONES SALA DE CONFERENCIAS



Sonido directo

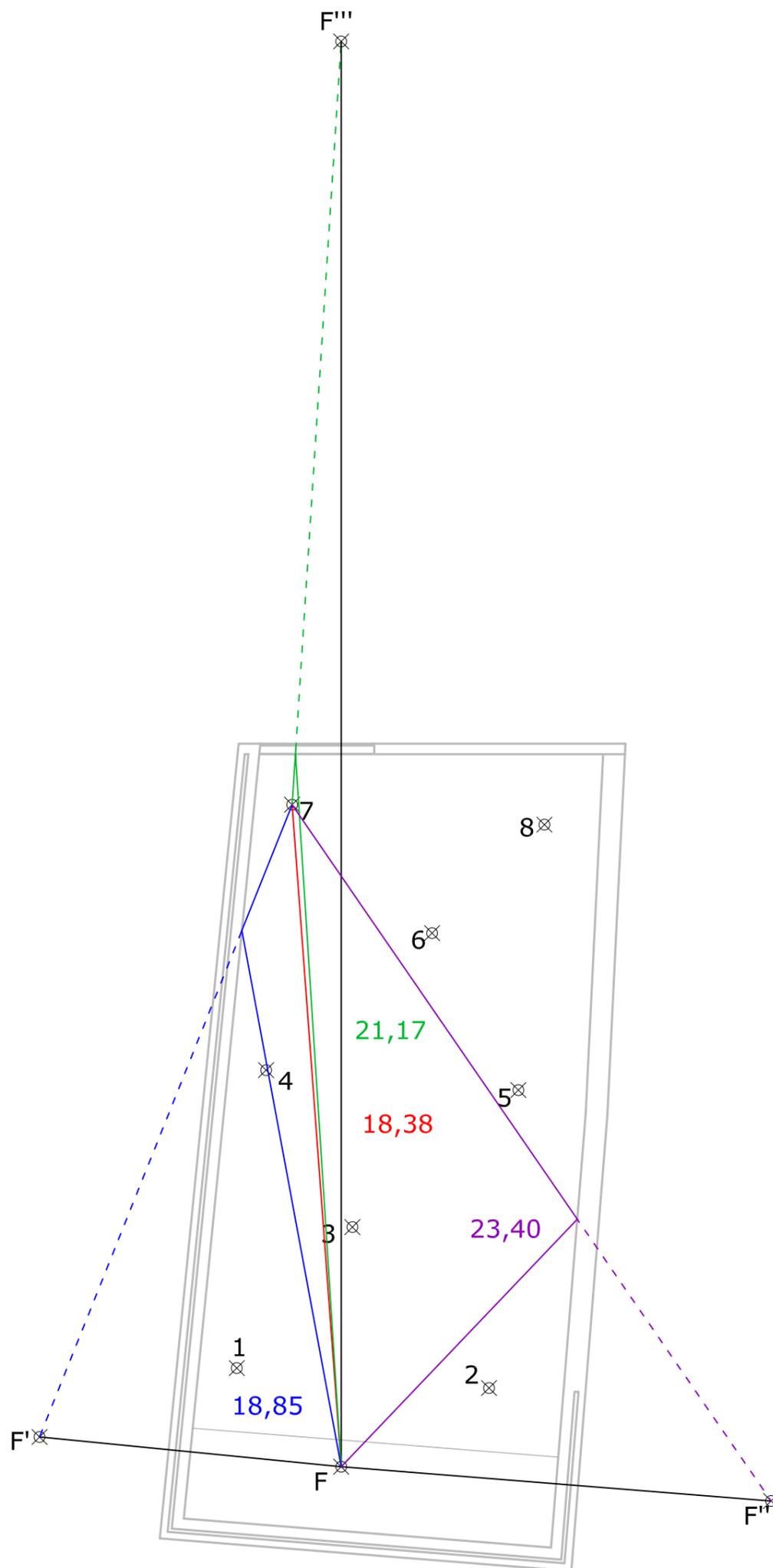
Reflexiones con la pared lateral izquierda

Reflexiones con la pared lateral derecha

Reflexiones con la pared trasera

Escala 1:150 cotas en metros

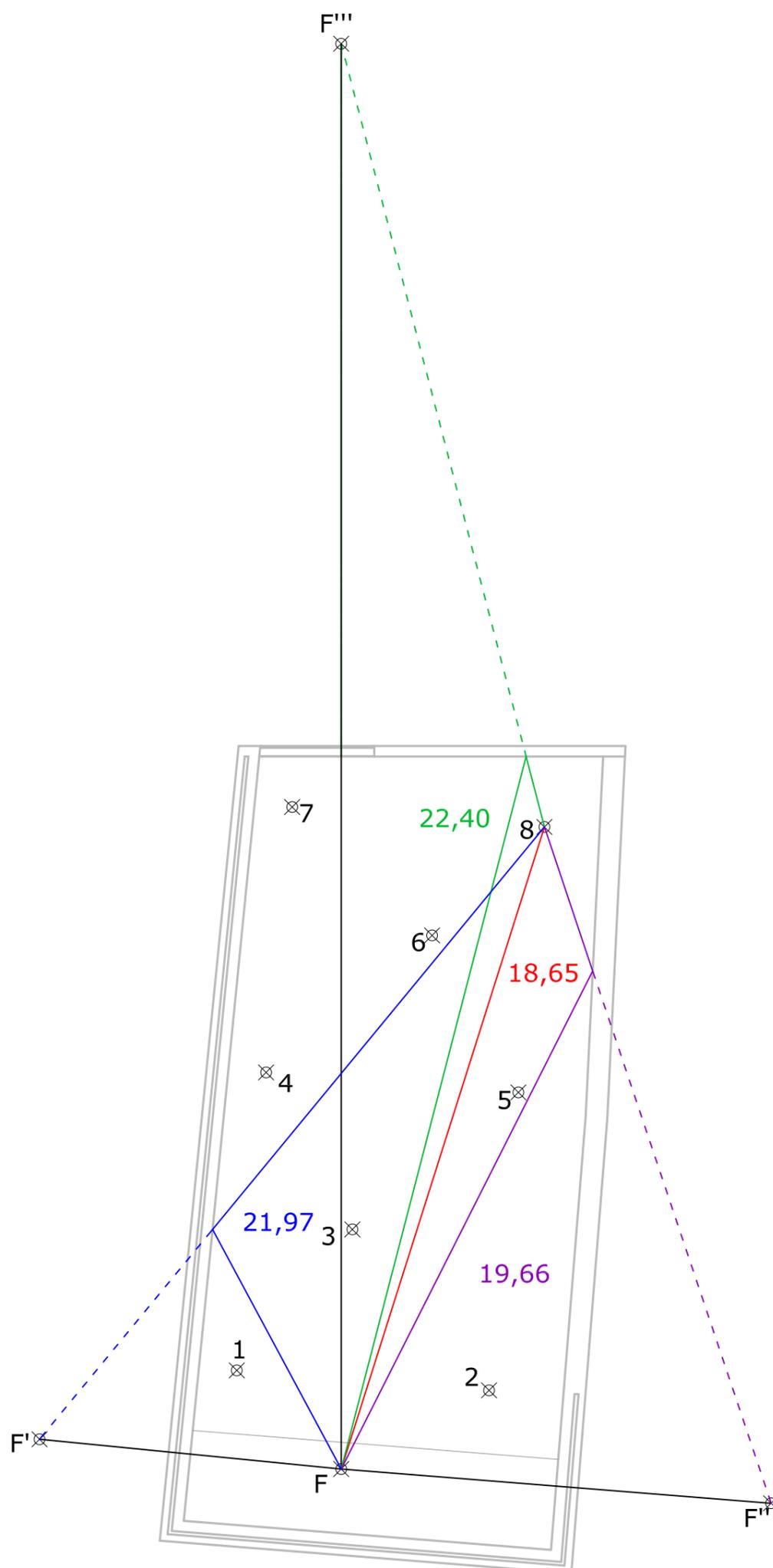
REFLEXIONES SALA DE CONFERENCIAS



Sonido directo
 Reflexiones con la pared lateral izquierda
 Reflexiones con la pared lateral derecha
 Reflexiones con la pared trasera

Escala 1:150 cotas en metros

REFLEXIONES SALA DE CONFERENCIAS



Sonido directo

Reflexiones con la pared lateral izquierda

Reflexiones con la pared lateral derecha

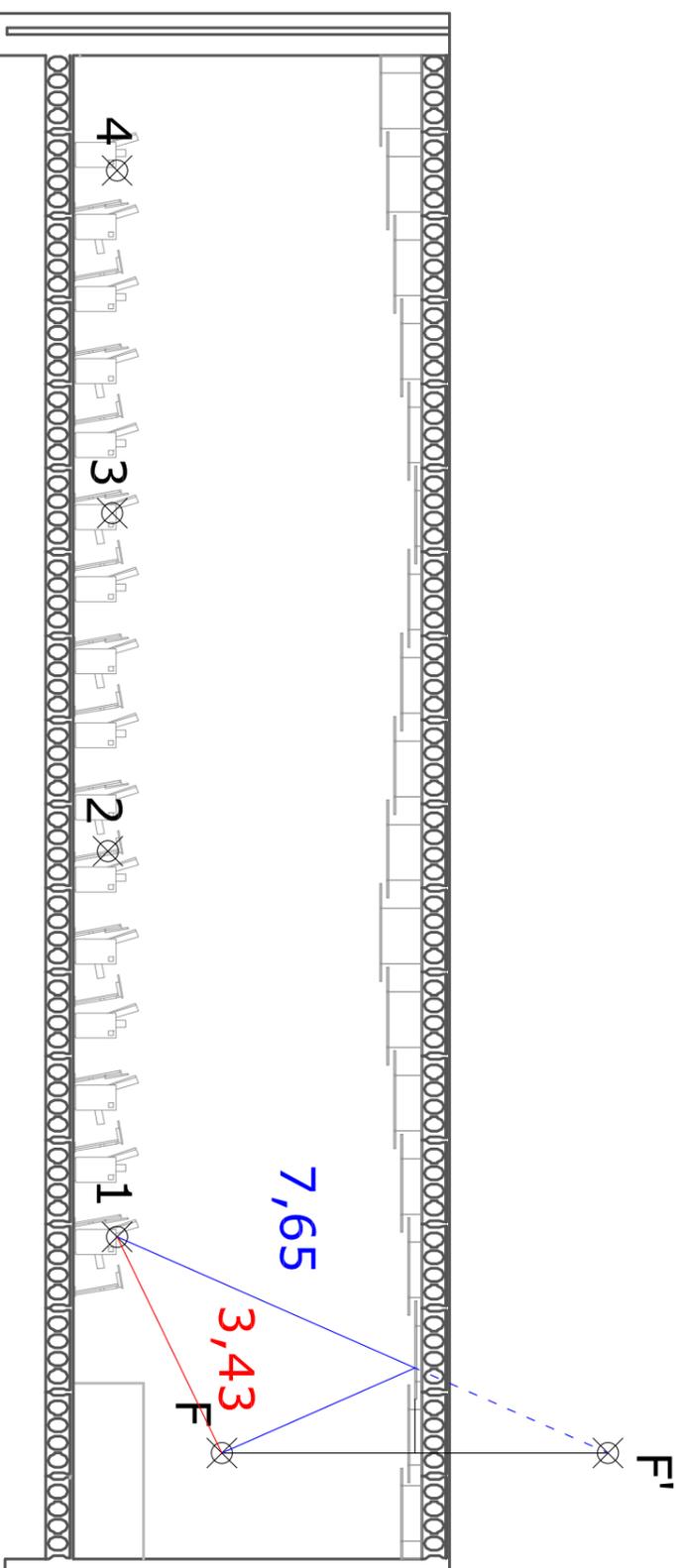
Reflexiones con la pared trasera

Escala 1:150 cotas en metros

ANEJO

H

REFLEXIONES TECHO SALA DE CONFERENCIAS

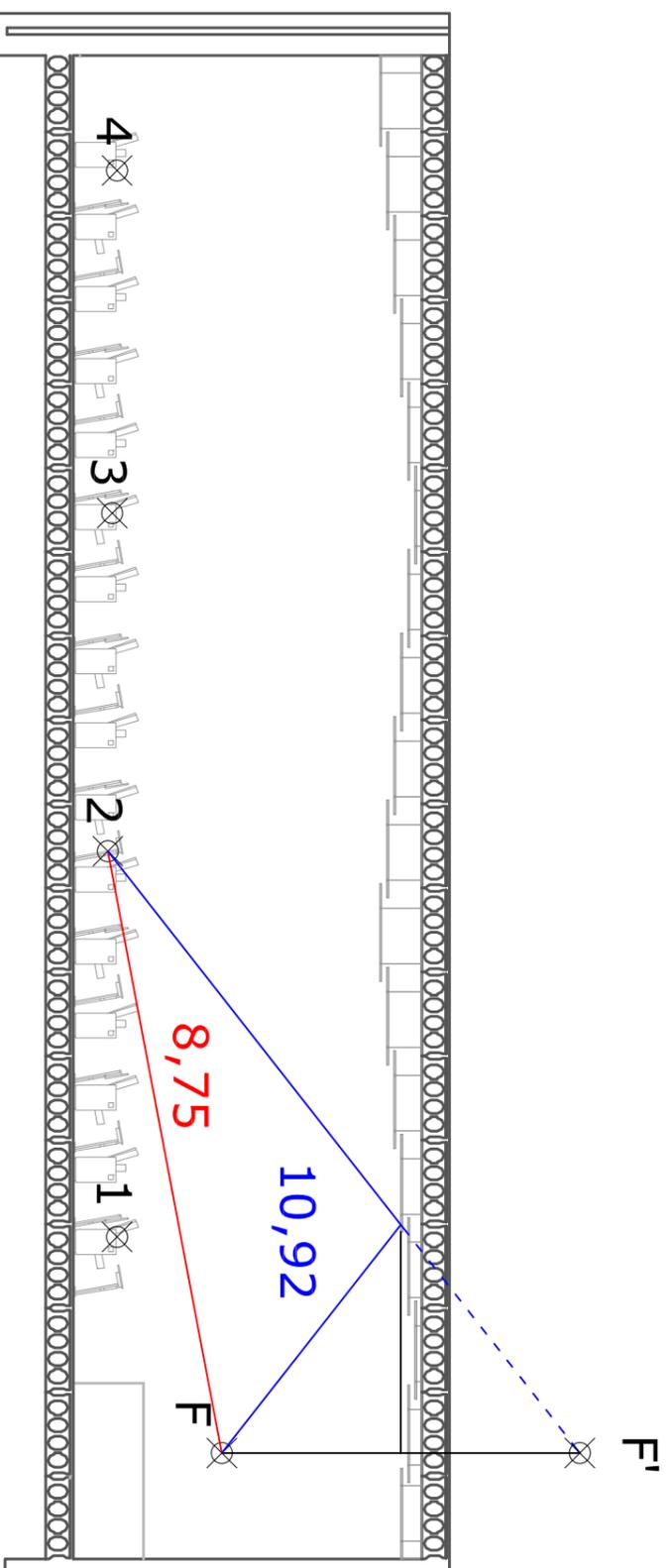


Sonido directo

Reflexiones con el techo

Escala 1:100 cotas en metros

REFLEXIONES TECHO SALA DE CONFERENCIAS

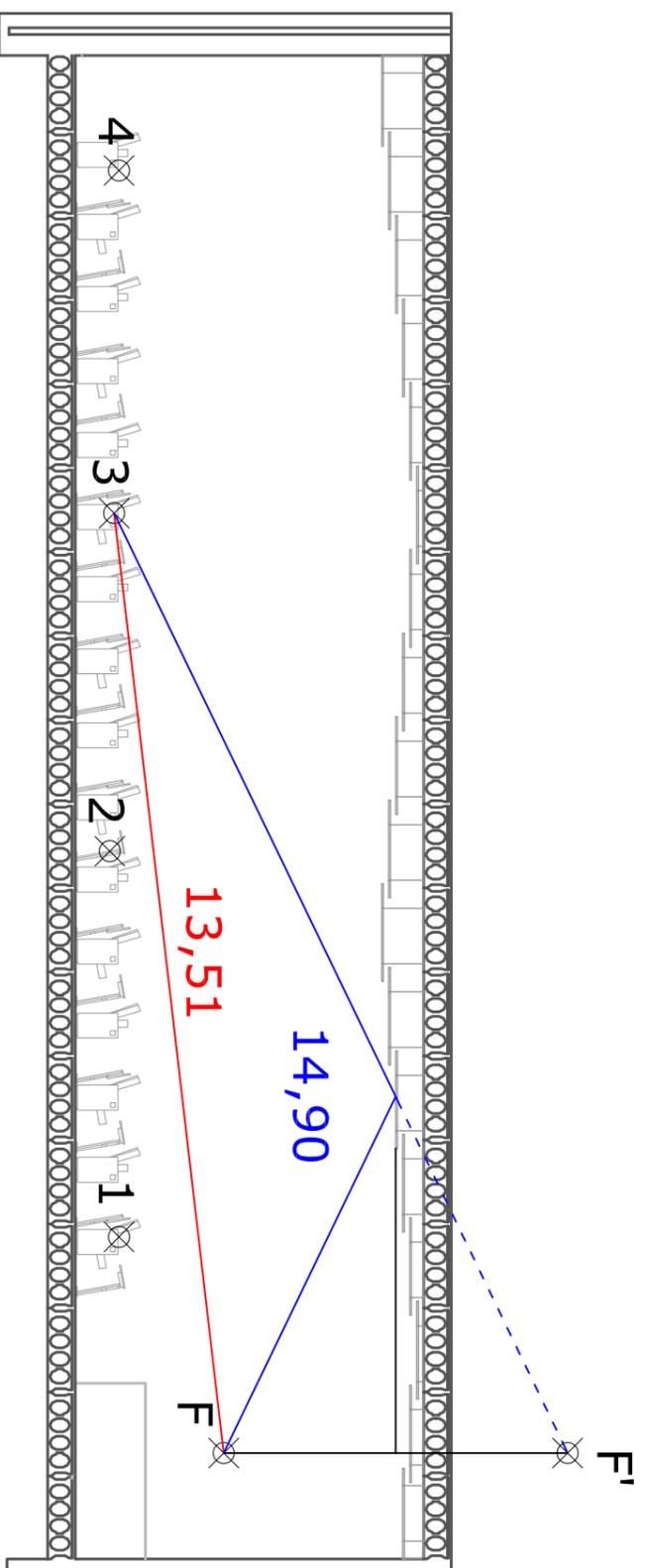


Sonido directo

Reflexiones con el techo

Escala 1:100 cotas en metros

REFLEXIONES TECHO SALA DE CONFERENCIAS

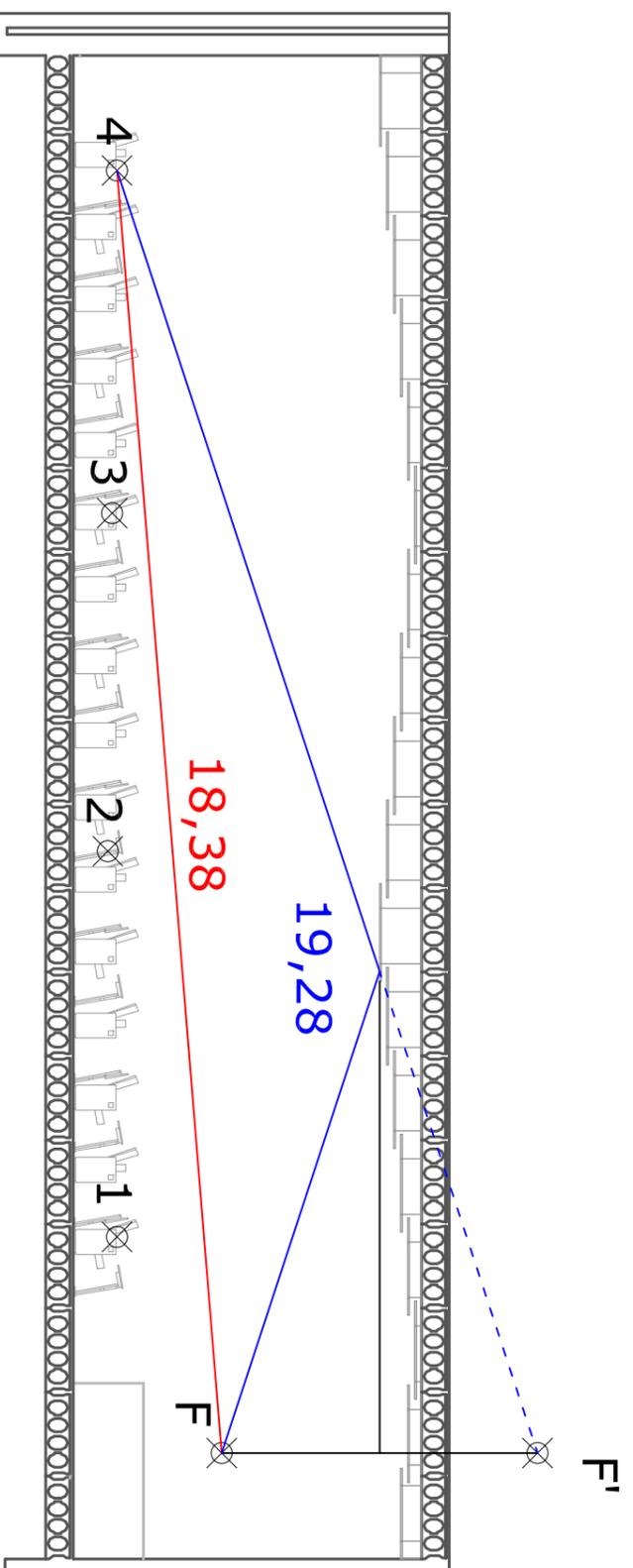


Sonido directo

Reflexiones con el techo

Escala 1:100 cotas en metros

REFLEXIONES TECHO SALA DE CONFERENCIAS



Sonido directo

Reflexiones con el techo

Escala 1:100 cotas en metros

DB-HR

CTE

EXIGENCIAS RESEÑADAS EN EL CTE- DB-HR.

LAS PRINCIPALES MEDIDAS DEL DB-HR SON:

- MEJORA DE LOS NIVELES DE AISLAMIENTO
- INCREMENTO DE LAS EXIGENCIAS HASTA EN MÁS DE TRES VECES.
- AUMENTO DE LOS NIVELES DE AISLAMIENTO A RUIDO AÉREO Y A RUIDO DE IMPACTO EXIGIDOS ENTRE RECINTOS PASANDO DE 45 DECIBELIOS EN LABORATORIO A 50 DECIBELIOS EFECTIVOS, ES DECIR, EN COMPORTAMIENTO REAL.
- VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LAS EXIGENCIAS DE AISLAMIENTO MEDIANTE PARÁMETROS VERIFICABLES EN UNA MEDICIÓN IN SITU.
- EXIGENCIAS PARA TODOS LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS QUE CONFORMAN UN RECINTO.
- SE REGULA EL ECO Y LAS MALAS CONDICIONES ACÚSTICAS, CUANTIFICANDO EL TIEMPO DE REVERBERACIÓN EN RECINTOS COMO AULAS, COMEDORES, RESTAURANTES Y SALAS DE CONFERENCIAS.
- NUEVAS REGLAS CONSTRUCTIVAS PARA DISMINUIR EL RUIDO DE LAS INSTALACIONES DE FONTANERÍA Y SANEAMIENTO Y MÉTODOS Y PRÁCTICAS PARA MINIMIZAR LA TRANSMISIÓN DE RUIDO Y VIBRACIONES PROVOCADAS POR LAS INSTALACIONES.

TIPOS DE RECINTOS

EN EL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (CTE) EN SU DOCUMENTO BÁSICO DE PROTECCIÓN FRENTE AL RUIDO (DB-HR) SE DEFINE EN SU ANEJO A (TERMINOLOGÍA) VARIOS TIPOS DE RECINTO:

-RECINTO HABITABLE: RECINTO INTERIOR DESTINADO AL USO DE PERSONAS CUYA DENSIDAD DE OCUPACIÓN Y TIEMPO DE ESTANCIA EXIGEN UNAS CONDICIONES ACÚSTICAS, TÉRMICAS Y DE SALUBRIDAD ADECUADAS.

- HABITACIONES Y ESTANCIAS (DORMITORIOS, COMEDORES, BIBLIOTECAS, SALONES, ETC.) EN EDIFICIOS RESIDENCIALES.
- AULAS, BIBLIOTECAS, DESPACHOS, EN EDIFICIOS DE USO DOCENTE.
- QUIRÓFANOS, HABITACIONES, SALAS DE ESPERA, EN EDIFICIOS DE USO SANITARIO;
- OFICINAS, DESPACHOS; SALAS DE REUNIÓN, EN EDIFICIOS DE USO ADMINISTRATIVO;
- COCINAS, BAÑOS, ASEOS, PASILLOS Y DISTRIBUIDORES,
- CUALQUIER OTRO CON UN USO ASIMILABLE A LOS ANTERIORES.

-RECINTOS PROTEGIDOS: RECINTO HABITABLE CON MEJORES CARACTERÍSTICAS ACÚSTICAS. SE CONSIDERAN RECINTOS PROTEGIDOS LOS RECINTOS HABITABLES:

- HABITACIONES Y ESTANCIAS (DORMITORIOS, COMEDORES, BIBLIOTECAS, SALONES, ETC.) EN EDIFICIOS RESIDENCIALES;
- AULAS, BIBLIOTECAS, DESPACHOS, EN EDIFICIOS DE USO DOCENTE;
- QUIRÓFANOS, HABITACIONES, SALAS DE ESPERA, EN EDIFICIOS DE USO SANITARIO;
- OFICINAS, DESPACHOS; SALAS DE REUNIÓN, EN EDIFICIOS DE USO ADMINISTRATIVO;

-RECINTO DE ACTIVIDAD: COMERCIAL, ADMINISTRATIVA, LÚDICA INDUSTRIAL, GARAJES Y APARCAMIENTOS.

-RECINTO DE INSTALACIONES: RECINTO QUE CONTIENE EQUIPOS DE INSTALACIONES COLECTIVAS DEL EDIFICIO, ENTENDIENDO COMO TALES, TODO EQUIPAMIENTO O INSTALACIÓN SUSCEPTIBLE DE ALTERAR LAS CONDICIONES AMBIENTALES DE DICHO RECINTO. A EFECTO DEL DB-HR, EL RECINTO DEL ASCENSOR NO SE CONSIDERA UN RECINTO DE INSTALACIONES A MENOS QUE LA MAQUINARIA ESTÉ DENTRO DEL MISMO.

-RECINTO RUIDOSO: RECINTO, DE USO GENERALMENTE INDUSTRIAL, CUYAS ACTIVIDADES PRODUCEN UN NIVEL MEDIO DE PRESIÓN SONORA ESTANDARIZA, PONDERADO A, EN EL INTERIOR DEL RECINTO, MAYOR QUE 80dBA (LPA > 80dBA).

EL RUIDO

EL RUIDO ES UN SONIDO MOLESTO, QUE NOS PRODUCE UNA SENSACIÓN DE INCOMODIDAD Y QUE SUFRIMOS HABITUALMENTE BIEN EN NUESTRO LUGAR DE RESIDENCIA O EN NUESTRO TRABAJO [4].

-TIPOS DE RUIDO

LA EXPOSICIÓN PROLONGADA A FUENTES DE RUIDO PUEDE PROVOCAR FATIGA, DAÑOS AUDITIVOS IRREVERSIBLES, ALTERACIONES DEL SUEÑO, ESTRÉS O DISMINUCIÓN DEL RENDIMIENTO EN EL TRABAJO.

TODOS LOS RUIDOS QUE PERCIBIMOS SE PUEDEN CLASIFICAR SEGÚN SU ORIGEN Y FORMA DE PROPAGACIÓN EN TRES GRANDES GRUPOS:

- **RUIDO AÉREO:** ES TODO RUIDO QUE TIENE ORIGEN EN EL AIRE Y SE PROPAGA A TRAVÉS DEL MISMO. EJEMPLOS DE ESTE RUIDO SON EL TRÁFICO, LAS OBRAS, CONVERSACIONES, LA RADIO, LA TELEVISIÓN...
- **RUIDO DE IMPACTO:** ESTE RUIDO ES CAUSADO POR UN GOLPE EN UN MEDIO SÓLIDO, HABITUALMENTE EL SUELO, QUE SE PROPAGA A TRAVÉS DE LA ESTRUCTURA. EJEMPLOS DE ESTE RUIDO SON LA CAÍDA DE OBJETOS, LAS PISADAS, EL ARRASTRE DE MUEBLES...
- **RUIDO DE VIBRACIONES:** ES UN RUIDO PRODUCIDO POR EL MOVIMIENTO DE ALGÚN OBJETO UNIDO DIRECTAMENTE A UN MEDIO SÓLIDO Y QUE SE PROPAGA A TRAVÉS DE LA ESTRUCTURA. EJEMPLOS DE ESTE RUIDO SON LOS PROCEDENTES DE MOTORES Y MÁQUINAS COMO GRUPOS DE PRESIÓN, ASCENSORES...

OTRAS CLASIFICACIONES DE TIPOS DE RUIDO PUEDEN ESTABLECERSE SEGÚN SU DURACIÓN O CONTENIDO EN FRECUENCIAS.

A LA HORA DE PLANTEAR UNA SOLUCIÓN DE AISLAMIENTO ACÚSTICO ES MUY IMPORTANTE CONOCER EL ORIGEN DEL RUIDO, YA QUE LOS MATERIALES Y SOLUCIONES SERÁN DIFERENTES EN FUNCIÓN DEL RUIDO A TRATAR.

2.- ANÁLISIS Y ESTUDIO DEL PROYECTO.

ESTUDIO DE LAS SOLUCIONES PROPUESTAS.

Elementos constructivos verticales

PARTICIONES INTERIORES ENTRE ÁREAS DE DISTINTO USO.

PARTICIONES INTERIORES ENTRE ÁREAS DE IGUAL USO.

TRASDOSADOS.

PARTICIONES INTERIORES ENTRE ÁREAS DE DISTINTO USO

SE TRATA SOLUCIONES DE DOS HOJAS DE FÁBRICA CON BANDAS ELÁSTICAS EN TODO SU PERÍMETRO.

LAS BANDAS ELÁSTICAS DEBEN COLOCARSE EN LOS ENCUENTROS DE LAS HOJAS CON LOS FORJADOS, PILARES, CON LA HOJA EXTERIOR DE LA FACHADA, Y CON OTROS ELEMENTOS DE SEPARACIÓN VERTICALES. VÉANSE LAS INDICACIONES DE LAS FICHAS ESV-02 A Y ESV-02B DEL CAPÍTULO 3.

EL OBJETIVO DE UTILIZAR BANDA ELÁSTICAS ES EL DE DISMINUIR LAS TRANSMISIONES INDIRECTAS A RUIDO AÉREO Y DE IMPACTOS ENTRE RECINTOS, ESPECIALMENTE LAS TRANSMISIONES Df Y Fd,. AL DISMINUIR LAS TRANSMISIONES INDIRECTAS HASTA HACERSE PRÁCTICAMENTE DESPRECIABLES, EL AISLAMIENTO ACÚSTICO FINAL AUMENTA. ESTA TÉCNICA PERMITE EL DISEÑO DE PARTICIONES DE DOS HOJAS DE FÁBRICA LIGERAS PARA CUMPLIR LOS REQUISITOS DE AISLAMIENTO ACÚSTICO, MIENTRAS QUE SIN LAS BANDAS ELÁSTICAS ESTAS SOLUCIONES NO CUMPLIRÍAN CON LAS NUEVAS EXIGENCIAS DE AISLAMIENTO ACÚSTICO DEL DB HR.

DENTRO DE ESTE TIPO SE RECOGEN DOS GRUPOS DE PARTICIONES:

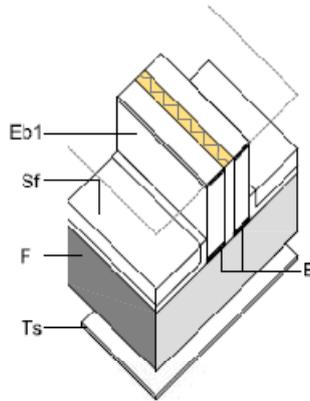
- PARTICIONES FORMADAS POR DOS HOJAS DE FÁBRICA CON BANDAS ELÁSTICAS EN EL PERÍMETRO DE LAS DOS HOJAS, CON UNA CÁMARA DE SEPARACIÓN DE 4 CM COMO MÍNIMO RELLENA DE MATERIAL ABSORBENTE ACÚSTICO O AMORTIGUADOR DE VIBRACIONES, TAL COMO UNA LANA MINERAL. CADA UNA DE LAS HOJAS QUE SE APOYAN SOBRE BANDAS TIENE QUE TENER UNA MASA POR UNIDAD DE SUPERFICIE DE 150 KG/M² COMO MÁXIMO.
- PARTICIONES FORMADAS POR UNA HOJA DE FÁBRICA CON RA > 42 DBA Y UN TRASDOSADO CERÁMICO CON UNA MASA POR UNIDAD DE SUPERFICIE DE 150 KG/M² COMO MÁXIMO, ES DECIR, UNA HOJA DE LADRILLO HUECO SENCILLO, DE 4 O 5 CM DE ESPESOR, CON BANDAS ELÁSTICAS INSTALADAS EN TODO SU PERÍMETRO. EN LA CÁMARA DE SEPARACIÓN ENTRE EL ELEMENTO BASE Y EL TRASDOSADO, DE 4 CM COMO MÍNIMO, DEBE DISPONERSE DE UN MATERIAL ABSORBENTE ACÚSTICO O AMORTIGUADOR DE VIBRACIONES, TAL COMO UNA LANA MINERAL. LAS BANDAS ELÁSTICAS TIENEN ALREDEDOR DE 10 MM DE ESPESOR DE MATERIAL ELÁSTICO QUE INTERRUMPEN LA TRANSMISIÓN DE LAS VIBRACIONES EN LOS ENCUENTROS DE UNA PARTICIÓN CON SUELOS, TECHOS Y OTRAS PARTICIONES. HACEN ESTA FUNCIÓN, COMO EL POLIESTIRENO EXPANDIDO ELASTIFICADO (EEPS) Y EL POLIETILENO (PE). LAS BANDAS SE PEGAN CON YESO, PEGAMENTO DE BASE ESCAYOLA O CUALQUIER MATERIAL QUE GARANTICE LA BUENA

ADHERENCIA, AL FORJADO, FACHADA Y RESTO DE PARTICIONES Y SOBRE ELLAS SE EJECUTAN LOS ELEMENTOS DE FÁBRICA

Tabla 2.1.4.6. Ejemplos de elementos de separación verticales de tipo 2.

Particiones con bandas elásticas en las dos hojas

Eb1: elemento base formado por dos hojas de fábrica. $m \leq 150 \text{ kg/m}^2$ cada una.
En la imagen: Dos hojas de ladrillo hueco doble de gran formato
Cámara rellena con material absorbente acústico. De espesor mínimo 4 cm



PARTICIONES INTERIORES ENTRE ÁREAS DE IGUAL USO

PARTICIONES FORMADAS POR DOS HOJAS DE FÁBRICA CON BANDAS ELÁSTICAS EN EL PERÍMETRO DE LAS DOS HOJAS, CON UNA CÁMARA DE SEPARACIÓN DE 4 CM COMO MÍNIMO RELLENA DE MATERIAL ABSORBENTE ACÚSTICO O AMORTIGUADOR DE VIBRACIONES, TAL COMO UNA LANA MINERAL. CADA UNA DE LAS HOJAS QUE SE APOYAN SOBRE BANDAS TIENE QUE TENER UNA MASA POR UNIDAD DE SUPERFICIE DE 150 KG/M2 COMO MÁXIMO.

ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS HORIZONTALES

LOS FORJADOS DE TODAS LAS PLANTAS SON DE PLACA ALVEOLAR PREFABRICADA, CON UNA CAPA DE COMPRESIÓN Y MALLAZO DE 5CM, UNA CAPA DE SEPARACIÓN, UNA LÁMINA CONTRA IMPACTO, UN GEOTEXTIL DE SEPARACIÓN Y MOQUETA PEGADA CON COLA.

3.- EXIGENCIAS DE AISLAMIENTO DEL CTE.DB-HR

SE ENTIENDE POR AISLAMIENTO ACÚSTICO AL CONJUNTO DE PROCEDIMIENTOS EMPLEADOS PARA REDUCIR O EVITAR LA TRANSMISIÓN DE RUIDOS (TANTO AÉREOS COMO ESTRUCTURALES) DE UN RECINTO A OTRO O DESDE EL EXTERIOR HACIA EL INTERIOR DE UN RECINTO, CON EL FIN DE OBTENER UNA CALIDAD ACÚSTICA DETERMINADA. CUANDO SE HABLA DE AISLAMIENTO SIEMPRE SE TIENE EN CONSIDERACIÓN A DOS RECINTOS DIFERENTES, ES DECIR, SE CONSIDERA EL SONIDO QUE SE GENERA EN UN RECINTO, QUE SE TRANSMITE Y ES PERCIBIDO EN OTRO RECINTO.

LOS VALORES LÍMITE DE AISLAMIENTO ACÚSTICOS REQUERIDOS EN EL APARTADO 2.1 DEL DB HR, PUEDEN AGRUPARSE EN TRES TIPOS, SEGÚN SEA LA PROCEDENCIA DEL RUIDO QUE AFECTA A LOS RECINTOS DEL EDIFICIO:

- **RUIDO INTERIOR:** RUIDO AÉREO Y DE IMPACTOS ENTRE RECINTOS DEL EDIFICIO.
- **RUIDO PROCEDENTE DEL EXTERIOR.**
- **RUIDO PROCEDENTE DE OTROS EDIFICIOS.**

PARA DETERMINAR LOS VALORES EXIGIDOS EN CADA CASO, ES NECESARIO IDENTIFICAR EL USO O USOS DEL EDIFICIO Y PROCEDER A LA ZONIFICACIÓN DEL MISMO.

NUESTRO PROYECTO AL TRATARSE DE UN MUSEO DE ARTE CONTEMPORÁNEO, DESTINADO A LA EXPOSICIÓN DE OBRAS DE ARTE, ENGLOBAMOS SU CLASIFICACIÓN COMO UNA UNIDAD DE USO PARA TODO EL EDIFICIO.

ZONIFICACION

DENTRO DE LA UNIDAD DE USO QUE ENGLOBA A TODO EL EDIFICIO ENCONTRAMOS DISTINTOS TIPOS DE RECINTOS EN LAS DIFERENTES PLANTAS QUE COMPONEN EL MISMO.

EL EDIFICIO TIENE USO DOCENTE.

RECINTOS HABITABLES: PASILLOS, VESTÍBULO, ESPACIO POLIVALENTE, DISTRIBUIDOR Y ALMACENES

RECINTOS PROTEGIDOS: AUDITORIO, SALA DE CONFERENCIAS, SALA INFORMÁTICA, SALA DE REUNIONES, SALA DE TALLERES, ZONA DE ESPERA, AULA DE CONSULTA, DESPACHOS, GIMNASIO Y SALA DE EXPOSICIONES

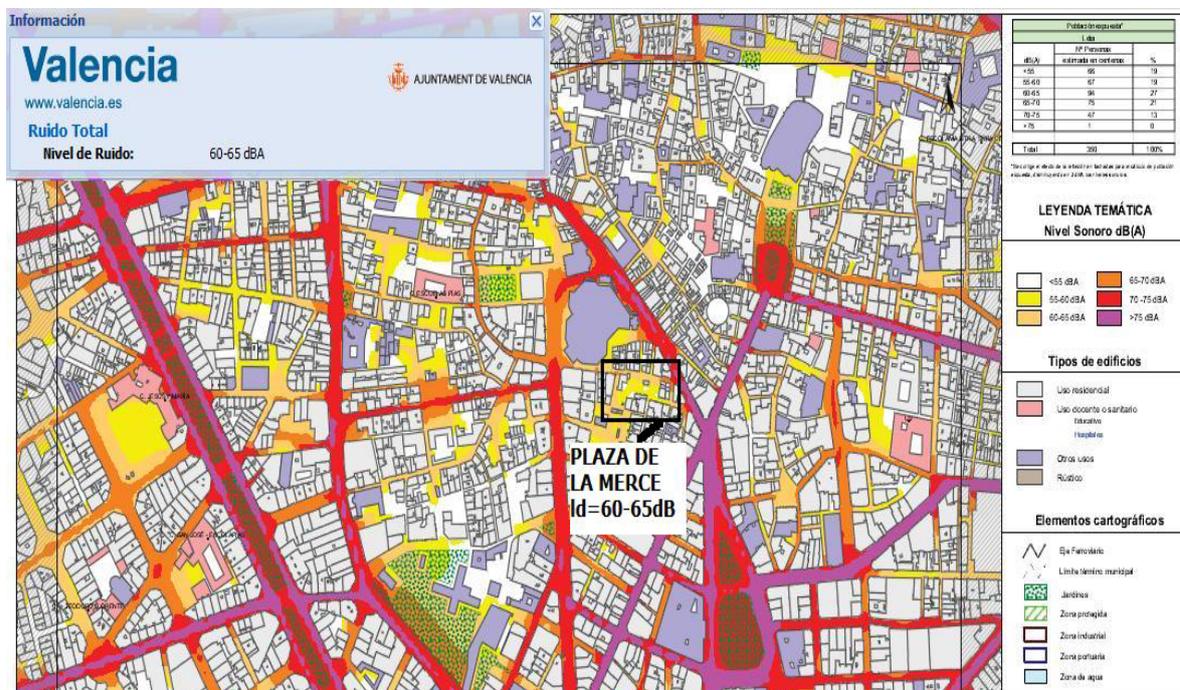
RECINTOS DE ACTIVIDAD: CAFETERÍA

RECINTOS DE INSTALACIONES: CUARTO MAQUINARIA ASCENSOR Y CUARTO GRUPO DE PRESIÓN

RUIDO EXTERIOR: aislamiento acústico entre recintos y el exterior

LAS EXIGENCIAS DE AISLAMIENTO ACÚSTICO FRENTE AL RUIDO EXTERIOR AFECTAN A LOS CERRAMIENTOS EN CONTACTO CON EL EXTERIOR, ES DECIR, A LAS FACHADAS, CUBIERTAS Y A LOS SUELOS EN CONTACTO CON EL EXTERIOR. SÓLO SE APLICAN A LOS RECINTOS PROTEGIDOS DEL EDIFICIO.

COMO DATO PREVIO SE NECESITA CONOCER EL VALOR DEL ÍNDICE DE RUIDO DÍA LD. ESTE DATO PUEDE OBTENERSE MEDIANTE CONSULTA EN LAS ADMINISTRACIONES COMPETENTES DE LOS MAPAS DE RUIDO.



EN NUESTRO PROYECTO LD= 60-65 DB

UNA VEZ CONOCIDO EL VALOR DEL ÍNDICE DE RUIDO DÍA ENTRAMOS EN LA TABLA 2.1.2.4 DEL DBHR, QUE CONTIENE LOS VALORES DE AISLAMIENTO ACÚSTICO A RUIDO AÉREO ENTRE UN RECINTO PROTEGIDO Y EL EXTERIOR EN FUNCIÓN DEL ÍNDICE DE RUIDO DÍA.

Tabla 2.1 Valores de *aislamiento acústico a ruido aéreo*, $D_{2m,NT,ATR}$, en dBA, entre un recinto protegido y el exterior, en función del índice de ruido día, L_d .

L_d dBA	Uso del edificio			
	Residencial y hospitalario		Cultural, sanitario ⁽¹⁾ , docente y administrativo	
	Dormitorios	Estancias	Estancias	Aulas
$L_d \leq 60$	30	30	30	30
$60 < L_d \leq 65$	32	30	32	30
$65 < L_d \leq 70$	37	32	37	32
$70 < L_d \leq 75$	42	37	42	37
$L_d > 75$	47	42	47	42

⁽¹⁾ En edificios de uso no hospitalario, es decir, edificios de asistencia sanitaria de carácter ambulatorio, como despachos médicos, consultas, áreas destinadas al diagnóstico y tratamiento, etc.

FACHADAS DE RECINTOS PROTEGIDOS.

$$-D_{2M,NT,ATR} \geq 30 \text{ DBA}$$

CUBIERTAS

$$-D_{2M,NT,ATR} \geq 30 \text{ DBA}$$

$D_{2M,NT,ATR}$:DIFERENCIA DE NIVELES ESTANDARIZADA, PONDERADA A, EN FACHADAS Y CUBIERTAS, PARA RUIDO EXTERIOR DOMINANTE DE AUTOMÓVILES O DE AERONAVES.

RUIDO DE OTROS EDIFICIOS: medianerías.

EL AISLAMIENTO ACÚSTICO A RUIDO AÉREO, $D_{2M,NT,ATR}$ DE LA MEDIANERÍA NO DEBE SER MENOR QUE 40 DBA O ALTERNATIVAMENTE EL AISLAMIENTO ACÚSTICO A RUIDO AÉREO, $D_{NT,A}$, CORRESPONDIENTE AL CONJUNTO DE LOS CERRAMIENTOS, NO SERÁ MENOR A 50 DBA.

MEDIANERAS

- $D_{2M,NT,ATR} \geq 40$ DBA, DE CADA CERRAMIENTO.

- $D_{NT,A} \geq 50$ DBA DE AMBOS CERRAMIENTOS.

$D_{2M,NT,ATR}$:DIFERENCIA DE NIVELES ESTANDARIZADA, PONDERADA A, EN FACHADAS Y CUBIERTAS, PARA RUIDO EXTERIOR DOMINANTE DE AUTOMÓVILES O DE AERONAVES.

$D_{NT,A}$:DIFERENCIA DE NIVELES ESTANDARIZADA, PONDERADA A, EN FACHADAS Y EN CUBIERTAS

RUIDO INTERIOR: valores de aislamiento acústico a ruido aéreo y de impacto entre recintos.

LA MISIÓN DE ESTAS EXIGENCIAS ES QUE LOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN LOS RECINTOS HABITABLES Y PROTEGIDOS DE UNA UNIDAD DE USO, SEAN CAPACES DE REDUCIR EL NIVEL DE RUIDO PROCEDENTE DE RECINTOS EXTERIORES, YA SEAN RECINTOS DE OTRA UNIDAD DE USO, DE INSTALACIONES, ACTIVIDAD, ETC.; UNOS DETERMINADOS VALORES CON EL FIN DE GARANTIZAR UN CORRECTO AISLAMIENTO.

VALORES DE AISLAMIENTO ACÚSTICO A RUIDO AÉREO.

LA TABLA 2.1.2.2 DE LA GUÍA DE APLICACIÓN DBHR CONTIENE LAS EXIGENCIAS DE AISLAMIENTO ACÚSTICO A RUIDO AÉREO ENTRE RECINTOS, QUE SE APLICA A RECINTOS COLINDANTES TANTO VERTICALMENTE COMO HORIZONTALMENTE.

Tabla 2.1.2.2. Exigencias de aislamiento acústico a ruido aéreo entre recintos

RECINTO EMISOR EXTERIOR A LA UNIDAD DE USO	RECINTOS DE UNA UNIDAD DE USO		
	Recinto receptor		
	Protegido Ruido aéreo, $D_{nT,A}$ (dBA)	Habitable Ruido aéreo, $D_{nT,A}$ (dBA)	
Otros recintos del edificio ^(I) si ambos recintos no comparten puertas o ventanas	50	45 ⁹	
si comparten puertas:	Condiciones del cerramiento opaco y de la puerta o ventana R_A (dBA)		
	Puerta o ventana en recinto protegido	recinto habitable ^(II)	Cerramiento opaco
	30	20	50
^(I) Siempre que este recinto no sea de instalaciones, de actividad o no habitable			
^(II) Solamente si se trata de edificios de uso residencial (público o privado) u hospitalario			
De instalaciones o de actividad si ambos recintos no comparten puertas o ventanas	55 ^(III)	45	
si comparten puertas:	Condiciones del cerramiento opaco y de la puerta R_A (dBA)		
	Puerta en recinto habitable	Cerramiento opaco	
	30	50	
Tabiquería interior en edificios de viviendas:	$R_A \geq 33$ dBA		
Recinto del ascensor (si la maquinaria no está incorporada en el mismo)	$R_A > 50$ dBA		

ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

PARTICIONES ENTRE RECINTO HABITABLE Y RECINTO DE INSTALACIONES O ACTIVIDAD.

-CERRAMIENTO OPACO. $D_{2M,NT,ATR} \geq 45$ DBA

-SI COMPARTEN PUERTAS $RA \geq 30$ DBA

RA : ÍNDICE GLOBAL DE REDUCCIÓN ACÚSTICA, PONDERADO A.

DNT,A: DIFERENCIA DE NIVELES ESTANDARIZADA, PONDERADA A, ENTRE RECINTOS INTERIORES.

PARTICIONES ENTRE RECINTO HABITABLE Y RECINTO DEL ASCENSOR.

-RA ≥ 30 DBA

RA : ÍNDICE GLOBAL DE REDUCCIÓN ACÚSTICA, PONDERADO A.

AISLAMIENTO ACÚSTICO A RUIDO DE IMPACTO.

LA TABLA 2.1.2.2 DE LA GUÍA DE APLICACIÓN DBHR CONTIENE LAS EXIGENCIAS DE AISLAMIENTO ACÚSTICO A RUIDO AÉREO ENTRE RECINTOS, QUE SE APLICA A RECINTOS COLINDANTES TANTO VERTICALMENTE COMO HORIZONTALMENTE.

Tabla 2.1.2.3. Exigencias de aislamiento acústico a ruido de impactos entre recintos:

RECINTO EMISOR EXTERIOR A LA UNIDAD DE USO	RECINTOS DE UNA UNIDAD DE USO	
	Recinto	
	Protegido Impactos ⁽¹⁾ $L'_{nT,w}$ (dB)	Habitable Impactos ⁽¹⁾ $L'_{nT,w}$ (dB)
Otros recintos del edificio ⁽²⁾	65	-

⁽¹⁾ Esta exigencia no es de aplicación en el caso de recintos protegidos colindantes con una caja de escaleras.
⁽²⁾ Siempre que éste recinto no sea de instalaciones, de actividad o no habitable.

No hay exigencias de aislamiento acústico a ruido de impactos entre un recinto de una unidad de uso y un recinto no habitable.

RECINTO EMISOR	RECINTOS RECEPTORES	
	Protegido Impactos ⁽¹⁾ $L'_{nT,w}$ (dB)	Habitable Impactos ⁽¹⁾ $L'_{nT,w}$ (dB)
De instalaciones o de actividad	60	60

LOS RECINTOS PROTEGIDOS Y HABITABLES COLINDANTES VERTICAL, HORIZONTALMENTE O QUE TENGAN ALGUNA ARISTA HORIZONTAL COMÚN CON UN RECINTO DE ACTIVIDAD O DE INSTALACIONES DEBEN DE CUMPLIR QUE EL NIVEL GLOBAL DE PRESIÓN DE UN RUIDO DE IMPACTOS, $L'_{NI,W}$ NO SERÁ MAYOR DE 60 DB.

$$L'_{NI,W} \leq 60 \text{ dB.}$$