



BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE ARQUITECTURA

**TESIS: “CONDICIONES DE HABITABILIDAD SONORA PARA EL MEJORAMIENTO
DE LA VIVIENDA DE INTERES SOCIAL”**

CASO FRACCIONAMIENTO LOS HEROES PUEBLA (SEGUNDA SECCIÓN)

CLAVE: ARQ-2013-1-03-6

PRESENTAN PARA OBTENER EL TITULO DE LICENCIADO EN
ARQUITECTURA:

ROSALBA DECIDERIO BALTAZAR
NADIA STEPHANIE HERNANDEZ RUGERIO

TUTORES:

ARQ. CARMINA FERNADEZ DE LARA
ARQ. ENRIQUE BENITEZ BARRANCO

COASESOR:

Dr. ENRIQUE MONTIEL PIÑA

OTOÑO 2015

ÍNDICE

- INTRODUCCIÓN
- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA
- ANTECEDENTES DEL PROBLEMA
- JUSTIFICACIÓN
- OBJETIVOS
 - GENERAL
 - ESPECIFICO
- HIPÓTESIS

CAPITULO 1. MARCO CONCEPTUAL

- 1.1. DEFINICION Y CARACTERISTICAS DE SONIDO
- 1.2. DEFINICION Y CARACTERISTICAS DEL RUIDO
- 1.3. EL RUIDO COMO CONTAMINANTE
- 1.4. EL SONIDO Y LA PERCEPCION EN EL SER HUMANO
 - 1.4.1 EFECTOS FISIOLÓGICOS Y PSICOLÓGICOS EN EL SER HUMANO
- 1.5. NORMAS PERMISIBLES DEL RUIDO

CAPITULO 2. MATERIALES Y SUS CARACTERISTICAS ACUSTICAS

- 2.1. CARACTERISTICAS DE ABSORCION
- 2.2. CARACTERISTICAS DE REFLEXION
- 2.3. CARACTERISTICAS DE TRANSMICION

CAPITULO 3. FRACCIONAMIENTO LOS HEROES PUEBLA

- 3.1. UBICACIÓN
- 3.2. ANÁLISIS DEL SITIO
- 3.3. CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS DE LA VIVIENDA

CAPITULO 4. ANALISIS SONORO Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO

- 4.1 ESTUDIOS SONOROS DE LA VIVIENDA
- 4.2 RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS REALIZADOS
- 4.3 PROPUESTA DE MATERIALES PARA MEJORAR LA ABSORCION Y REFLEXION DEL SONIDO EN LA VIVIENDA.

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

INTRODUCCIÓN

Observando nuestro entorno, es fácil darse cuenta que el sonido se encuentra presente en cada una de las actividades que realizamos, por lo que el sonido es un fenómeno importante en la vida de las personas, ya que mucho de lo que aprendemos es a través del sonido. Asimismo, un sonido puede ser considerado como ruido o como algo agradable, captar la atención del oyente, le permite relajarse o molestarlo y puede, incluso, generar sentimientos.

El tipo de sonido molesto y no deseado se le denomina *ruido*, siendo estas condiciones de indeseabilidad y molestia de carácter particular. Así, el *ruido*, es considerado como agente contaminante que trasgrede la tranquilidad y salud de las personas. Algunos estudios plantean que altos niveles de ruido afectan la calidad de vida de las personas, provocándoles alteraciones en su estado físico y psicológico. Por esta razón, cada vez son más las personas que se preocupan por contar con espacios confortables, y ante ambientes cada vez más ruidosos, buscan establecer ciertas condiciones de aislamiento y acondicionamiento sonoro que garanticen la habitabilidad de su entorno diario.

De igual manera existen ya normas que plantean los niveles del ruido admisibles en varios géneros de edificios, siendo la vivienda, el que interesa destacar en este trabajo de tesis, dónde se propone conocer las condiciones sonoras que presenta la vivienda de interés social en una de las Unidades habitacionales del sur del Municipio de Puebla, específicamente, en Conjunto Habitacional Los Héroes Puebla, Segunda Sección, por los efectos dañinos que puede ocasionar a las personas que ahí habitan. Talos condiciones no se limitan a los ruidos ocasionados por fuentes sonoras fijas y móviles presentes en el ambiente externo a la vivienda, sino que tienen que ver también con las fuentes sonoras dentro de la vivienda y viviendas contiguas, dónde los materiales y sistemas constructivos empleados contribuye con los niveles de sonoridad presentes, en la mayoría de los casos, de forma negativa.

Adicionalmente, debemos reconocer que actualmente en México “*alrededor de 36 millones de personas carecen de acceso a vivienda digna, y más de 2 millones de personas viven en hacinamiento, por lo que hacen falta alrededor de 9 millones de casas en el país*”¹, situación que viene siendo atendida a través de la Política Nacional de Vivienda, la cual promueve acciones destinadas a abatir este rezago. Es así que se construyen viviendas ubicadas en terrenos urbanos céntricos, con todos o casi todos los servicios, y con algunos equipamientos, con seguridad, con áreas verdes y de esparcimiento, y con soluciones espaciales básicas de una vivienda para familias estándar. Con esto surgen las viviendas de tipo unifamiliar, dúplex y/o condominios verticales, que ofrecen éstas y otras muchas ventajas, pero en todos estos tipos de vivienda nunca se mencionan los sistemas empleados en su construcción, y mucho menos sus ventajas y desventajas.

Muchas de estas viviendas de interés social, basan su construcción en sistemas estructurales prefabricados. Esta metodología constructiva busca ser un procedimiento económicamente viable, toda vez que el análisis económico es lo que priva en este tipo de alternativas de vivienda; es así que se emplean materiales y sistemas constructivos que intentan dar solución al problema de tiempo y costo, sin considerar en ningún momento el confort (condiciones térmicas, acústicas, de iluminación, espaciales, de ventilación, etc.) que estos materiales pueden generar en las viviendas.

No debemos perder de vista que el derecho a la vivienda tiene en nuestro país profundas raíces históricas. Las leyes emanadas de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos de 1917, establece en su artículo 123, fracción XII, la obligación de los patronos de proporcionar a sus trabajadores viviendas cómodas e higiénicas, hecho por demás importante, pero muy lejos de cumplirse, bajo la problemática que se propone analizar a lo largo del desarrollo del presente trabajo, y

¹ Santos Rebollo, Julián. “Se combate el rezago en vivienda” (nota periodística) en La Primera Plana, 5 de julio 2013, <http://laprimera plana.com.mx> (citado julio 2013).

que permitirá proporcionar alternativas que ayuden a mejorar las condiciones de habitabilidad sonora de la vivienda, contribuyendo a la calidad de vida de los usuarios.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los avances tecnológicos en la actualidad son un gran beneficio en prácticamente todos los aspectos de la vida, como el desarrollo de tratamientos para distintas enfermedades y la creación de múltiples elementos que facilitan las actividades productivas, más medios de comunicación, transportes más rápidos seguros, alimentos más convenientes para una vida personal sana. Sin embargo, algunos de estos avances presentan efectos negativos al ser humano, uno de ellos es el ruido que todos estos avances producen, y que se ha transformado en un elemento indisoluble al entorno ambiental y que viene alterando su calidad de vida, de ahí que se le califique como un contaminante ambiental. El ruido es un sonido no armónico cuya intensidad y frecuencia lo hace desagradable y molesto a la persona, produciendo sensaciones repentinas y molestas, que pueden llegar, en algunos casos, a ser dolorosas.

Hoy en día las respuestas constructivas de los diferentes géneros de edificios, y en especial las viviendas de interés social, contribuyen al problema del ruido en el seno espacial familiar, toda vez que los materiales empleados y las soluciones constructivas poco ayudan a mitigar el ruido externo o contiguo. Esta situación es la que se propone estudiar en el trabajo de tesis, teniendo como ámbito de estudio el Fraccionamiento Héroes Puebla, Segunda Sección, ubicado al sur del municipio de Puebla, y cómo caso particular las viviendas unifamiliares, cuyo sistema constructivo es a base de muros medianeros de block hueco entre viviendas, losa de cimentación que comparten mínimamente 2 viviendas, losas de vigueta y bovedilla, por lo que el ruido que se genera por las actividades que realizan los habitantes de cada una de estas viviendas, se transmiten o genera reflexión de una vivienda a otra, atentando contra la calidad de vida y salud de los habitantes de las mismas

Con la presente propuesta de estudio se pretende determinar los grados de sonoridad en este tipo de viviendas y determinar si se generan condiciones que afecten el estado de salud de sus usuarios. Con esto se planteará una propuesta que contribuya a mejorar la calidad acústica al interior de las viviendas que son caso de estudio.

ANTECEDENTES

Estudios sobre contaminación sonora y sus efectos en los seres humanos hay muchos; la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha establecido incluso tablas que refieren los niveles permisibles de sonido para el ser humano, así como las consecuencias a la salud y a su calidad de vida cuando éstos se sobrepasan. Algunos otros estudios sobre el tema destacan los materiales a emplear en la construcción para lograr condiciones acústicas sanas, y otros estudios más son casos de análisis, dónde además de establecer una metodología de estudio, terminan realizando alguna propuesta de solución. A continuación se presentan solo algunos de estos trabajos, con la intención de tener referentes que ayuden al desarrollo de la tesis.

El primero de ellos se denomina “*La revalorización de los sonidos y la calidad sonora ambiental del barrio gótico, en Barcelona*”². El trabajo plantea que existe otra manera de enfrentar, y por lo tanto de solucionar, el problema del ruido urbano. Se trabaja con tres hipótesis principales:



1. La calidad de vida de los habitantes de las ciudades que se ve influida -entre muchos otros factores- por el ambiente sonoro que le rodea. Éste está conformado por sonidos positivos y negativos; el poder diferenciarlos permite trabajar de manera más adecuada en la búsqueda de un confort sonoro.
2. El ruido se encuentra fuera de las leyes del mercado, sin embargo podría asignársele un costo a aquellos que lo generen, determinando si las personas estarían dispuestas a pagar por mejorar acústicamente los entornos urbanos.
3. Un entorno sonoro adecuado de la futura vivienda es un factor determinante en la calidad de vida de las personas que la van a habitar, por lo que en la selección del sitio para vivir se toma en cuenta como uno de los factores importantes. El poder comprobar este punto conllevará a una mejora en los entornos sonoros de los diferentes barrios de las ciudades. Para la pre-visualización del sector analizado, que fue el Barrio Gótico en la ciudad de Barcelona, se diseñaron fichas de levantamiento arquitectónico, urbanístico y sonoro “in situ”. Es decir, se realizó un levantamiento de planos y análisis de las características urbanísticas-arquitectónicas del lugar, se tomaron fotografías y se hicieron registros sonoros.

² Gortari Ludlow, Jimena de, “*La revalorización de los sonidos y la calidad sonora ambiental del barrio gótico, en Barcelona*”, Ed. Universidad Politécnica de Catalunya, 2010.

En estos mismos levantamientos se asentaron los niveles sonoros (ruidos y sonidos) existentes. Esto permitió compararlos y encontrar constantes entre las mismas. Se concluyó que es una necesidad real y apremiante el encontrar la manera de mejorar acústicamente los espacios exteriores en las ciudades, y el buscar alternativas en el análisis es uno de los aspectos que servirán a este fin.

En la siguiente tabla se presenta una de las fichas con los datos acústicos de uno de los diferentes lugares estudiados en Barcelona.

| TIPO DE CIRCULACION MATERIAL | PEATONAL | VEHICULACION | DETALLE | ABSORCION |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------|-----------|
| PAVIMENTO |  | | PIEDRA | 0.01 |
| MUROS |  | | | |
| VENTANAS |  | | RECTANGULARES | |
| BALCONES |  | | | |
| PORTICOS |  | | ARCADA TODA LA PLAZA | |
| ENTORNO | | | | |
| ALTURA APROXIMADA | 15m. | | CONTINUO | |
| NUMEROS DE PISOS | 4N | | DISCONTINUO | |
| PENDIENTE % APROX. | | | ASCENDENTE | |
| | | | DESCENDENTE | |
| MOBILIARIO URBNO | FUENTE | PAPELERAS | | |
| TIPO DE VEGETACION | | PALMERAS | | |
| FAUNA | PERICOS | | | |
| TIPO DE CIRCULACION | PEATONAL | VEHICULACION | | |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| NOMBRE ESTACIÓN | CLAVE 011 |
| PLAZA RETAL | ZPG 021 |
|  |  |
| PLANTA | SECCIONES |
|  | |
| FOTOGRAFIAS | |

| USO DEL ESPACIO | | | |
|----------------------|--------------------------------------------|---------------|-----------------------------|
| USO DEL ESPACIO | CARGA-DESCARGA (MAÑANAS) | OCIO | TURISMO |
| ACTIVIDAD TIPO | MIXTO | | |
| REGISTROS | DIA | TARDE | FESTIVO |
| FECHA | 04/12/2009 | 28/01/2010 | 06/06/2010 |
| HORA | 10:12 | 17:21 | 11:52 |
| TEMPERATURA | 13.1°C | 93°C | 22.3°C |
| VIENTO | 7.2 | 2.2 | 1.6 |
| HUMEDAD | 54% | 39% | 69% |
| PRECIPITACION | 0 | 0 | 0.4 |
| DATOS SONOROS | | | |
| RUIDO FONDO MÁXIMO | 71.8 DBA | 65 DBA | 62 DBA |
| RUIDO FONDO MININO | 65.3 DBA | 63.5 DBA | 58 DBA |
| ALTERACIONES | OBRA EN EDIFICIO Y EN PAVIMENTO (DESCARGA) | | |
| DESCRIPCION | PERIQUITOS | | AGUA FUENTE, VOCES, PERICOS |
| FUENTES SONORAS | VOCES, AUNQUE VACIA | FUENTE, VOCES | |
| NIVEL MAPA RUIDO BCN | L.: 60-65 DBA | L.: 55-60 DBA | L.: 60-65DBA |

Tabla 11. Ficha que refleja los datos acústicos recabados hasta el término de la tesis en lugares de Barcelona.

Otro trabajo es “ICADA, base para un índice de calidad acústica global de la Arquitectura Interior. Aplicación a los espacios comerciales urbanos”³. El trabajo se centra en la evaluación global de la calidad acústica de los espacios interiores públicos ‘no acústicos’, mediante un índice numérico. Se plantea la posibilidad de desarrollar una herramienta accesible que permita establecer un procedimiento de evaluación del nivel global de confort acústico de un local interior no acústico y sintetizarlo en forma de un índice numérico, denominado ICADA (Índice de Calidad Acústica de la Arquitectura). Esta herramienta tiene una doble utilidad potencial, como herramienta de detección y corrección de problemas acústicos para técnicos y arquitectos, y cómo base para la futura creación de un sello de acreditación de la calidad acústica de un local público, que representaría una ayuda válida para empresarios y clientes, favoreciendo a aquellos locales que “invierten” en un buen confort acústico interior. También ha servido para analizar en detalle la relación entre los resultados obtenidos por el procedimiento analítico antes mencionado, y los obtenidos mediante encuestas de valoración global subjetiva expresada por los agentes evaluadores involucrados, así como del nivel de fiabilidad alcanzado en cada campaña de campo según el proceder de los agentes. Finalmente se han alcanzado unos resultados que permiten verificar tanto la validez de las hipótesis iniciales, como las limitaciones propias del procedimiento propuesto, es decir, la idoneidad que el índice ICADA ofrece para representar globalmente el confort acústico de un local interior “no acústico”. Por su naturaleza innovadora y su carácter experimental, éste procedimiento (ICADA) sigue perfeccionándose y se propone incluir nuevas tipologías y su aplicación a otros usos arquitectónicos.

También existe el trabajo se denomina “Consideraciones Técnicas para la implementación de un tubo de impedancias”⁴. En este trabajo de investigación, se establecen los lineamientos generales para la implementación de un tubo de impedancias que permita determinar los coeficientes de reflexión, transmisión y absorción, mediante un estudio detallado de los fundamentos del sonido y descripción de los fenómenos de reflexión y transmisión de las ondas planas longitudinales en incidencia normal con un medio sólido, para lo cual se explica la teoría fundamenta para la medición de la impedancia acústica en un material, además de los métodos viables para implementar un mecanismo que permita determinar la factibilidad para la construcción del tubo de impedancias.

En el trabajo titulado “Propuesta de un manual básico de protección acústica para la industria a partir de la simulación de un estudio de ruido en ambiente laboral”⁵, se habla acerca de la pérdida auditiva como una enfermedad que no es reversible, pero si prevenible y que es provocada por el ruido, la cual es una de las causas de enfermedad ocupacional en México. Se considera al ruido como el contaminante ambiental más extendido de la modernidad, pudiendo ser los procesos industriales los focos generadores de este agresor físico, ya que son la mayor parte de los ambientes industriales los emisores de ruidos excesivos que afectan directamente a la salud y la seguridad del personal que labora en estos puestos de trabajo. Por lo tanto, en este trabajo, se hace la propuesta de un manual donde se especifica la necesidad real para tomar medidas que disminuyan la situación que viene afectando a las personas, logrando con ello prevenir y disminuir la pérdida auditiva de los trabajadores industriales.

En el trabajo titulado “Acústica Ambiental en Vivienda Multifamiliar”⁶ nos habla de las consideraciones generales del problema acústico, tomando en cuenta las características generales en la ciudad de Puebla, ya que en cada ciudad los niveles de ruido son diferentes por diversos factores, como lo es el tránsito vehicular, crecimiento de la población, entre otros; así mismo realiza un análisis acústico de la unidad multifamiliar La Margarita III, estableciendo los antecedentes de la contaminación del ruido en la ciudad de Puebla. También aborda el tema de la percepción del ruido por el ser humano y cuáles son los efectos que le provocan. Se realiza una propuesta de las soluciones constructivas de los materiales a emplear a partir de las características que presentan, con el fin de mejorar los niveles del ruido detectados, además de que sugieren una nueva distribución espacial para lograr los niveles permisibles de ruido en las viviendas.

Como se observa, no es reciente el interés por abordar el tema del ruido. Desde diferentes disciplinas se viene atendiendo, de tal modo que se ha diseñado e incluido tecnología que permita valorar los índices de ruido, ya sea para saber las condiciones sonoras en áreas específicas de la ciudad o recintos, o bien como agente contaminante que vulnera la calidad de vida de las personas. Desde el punto de vista arquitectónico se viene estudiando este fenómeno, proponiendo incluso el uso de ciertos materiales acústicos que contribuyen a tener espacios más sanos. Este trabajo de tesis pretende

³ cfr. Zamora i Mestre, Joan-Lluís y D'Aula, Enrica. “ICADA. Base para un índice de calidad acústica global de la arquitectura interior: aplicación a los espacios comerciales urbanos”, Ed. Universidad Politécnica de Catalunya, 2012.

⁴ Cfr. Ortiz Valenzuela, Claudia, “Consideraciones Técnicas para la implementación de un tubo de impedancias”, Tesis de Maestría en Construcción”, BUAP, 2012.

⁵ Cfr. Sandoval Valero, Oswaldo, “Propuesta de un manual Básico de Protección Acústica para la industria a partir de la simulación de un estudio de ruido en ambiente laboral”, Tesis, BUAP, 2005.

⁶ Anaya Hernández, Enrique; Flores García, Fabián; Juárez Vázquez, Fco. Javier; Lemus Pérez, Mauricio Carlos; Martínez Báez, Miguel Ángel; Serrano Vázquez, Carlos Alberto, “Acústica ambiental en vivienda multifamiliar”, Tesis de Arquitectura, BUAP, 1997.

realizar aportaciones al estudio del ruido en viviendas de interés social, bajo las condiciones constructivas y de medio ambiente prevalecientes de la zona de estudio.

JUSTIFICACION

La presente investigación se realiza para establecer las condiciones de habitabilidad sonora en viviendas de interés social en el Fraccionamiento Héroes, Segunda Sección, ubicado en el Municipio de Puebla. El tema se justifica por los siguientes criterios:

Dada la contribución que haría a los usuarios de las viviendas del Fraccionamiento Héroes, Segunda Sección, y a la sociedad en general. El tema es de aportación social, ya que al estudiar los niveles de ruido que puede percibir una persona para no afectar su salud (desde el punto de vista fisiológico y psicológico), se puede establecer una alternativa de solución o de mitigación al problema que se presenta.

Existe además una aportación a la Arquitectura, ya que el diseño de la vivienda debe tomar en cuenta todos los factores que benefician la solución espacial, y que simultáneamente consideren alguna posible solución al problema de ruido, que sin duda estará presente en un entorno habitacional masivo, como lo son los fraccionamientos de interés social.

Es además un tema pertinente, que sí bien no es tratado a fondo durante el proceso de aprendizaje como estudiantes de la carrera de arquitectura, no limita el interés personal que se tiene para contribuir a resolver un problema social actual.

Finalmente, la posibilidad de contar con el acceso a una vivienda de este tipo, contar con el tiempo necesario para realizar las mediciones y con los instrumentos de medición de los niveles de ruido, hacen del tema uno viable de realizar.

OBJETIVOS

El trabajo de tesis presenta tanto el siguiente objetivo general, como los respectivos particulares:

OBJETIVO GENERAL

Establecer las condiciones de habitabilidad sonora en viviendas de interés social del Fraccionamiento Héroes, Segunda Sección, ubicado en la ciudad de Puebla, a través del monitoreo del ruido empleando equipo adecuado (sonómetros calibrados) para el estudio, permitiendo determinar los niveles de ruido que a la vez nos ayudarán a comprender los fenómenos de absorción, reflexión y transmisión del ruido en los materiales empleados en la construcción, sugiriendo las acciones que permitan mitigar o solucionar el problema del ruido dentro de la vivienda.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Establecer las condiciones constructivas y definir el tipo de materiales utilizados en la construcción de las viviendas en el Fraccionamiento Héroes Puebla, Segunda Sección.
- Comprender los criterios de absorción, reflexión y transmisión del sonido en los materiales empleados en las construcciones del fraccionamiento que es caso de estudio.
- Realizar un análisis de los niveles de ruido en las diferentes áreas del interior de la vivienda.
- Plantear una propuesta de solución para disminuir los niveles de ruido en la vivienda, mediante el uso de materiales absorbentes o reflejantes de sonido, de fácil o cercana adquisición.

HIPOTESIS

Diversos estudios establecen al ruido como un agente contaminante que tiene repercusiones muy serias en la salud física y psicológica de la sociedad y de las personas en particular. Este sonido no deseado llamado *ruido* es de índole multifactorial, de ahí que no podemos generalizar ni las fuentes que lo producen, ni las condiciones medio ambientales existentes cuando éste se está produciendo. En estas condiciones es menester realizar estudios particularizados que nos permitan comprender la forma particular este fenómeno contaminante para buscar métodos que nos permitan eliminarlo o al menos disminuirlo y contribuir a tener ambientes más sanos.

Sin duda, los aspectos medio ambientales, los materiales y sistemas constructivos, y las actividades diarias contribuyen a los ambientes sonoros, los cuales, al rebasar los índices permisibles establecidos por las normas correspondientes, atentan contra la calidad de vida de las personas (pues se sabe que el ruido desencadena reacciones en el organismo que se manifiestan a nivel psicológico y/o fisiológico, como son problemas cardiovasculares, alteraciones del aparato digestivo, dolores de cabeza, reducción del sistema inmune, etc.).

Hacer que desde la arquitectura se tengan ambientes acústicos más sanos, permite garantizar la calidad del entorno de las personas, así como del descanso nocturno, mejorando la comunicación verbal, disminuyendo o eliminando las afectaciones auditivas, y, en general, condiciones que contribuyen a la calidad de la vida de las personas.

CAPITULO 1. MARCO CONCEPTUAL

Para comprender a fondo el estudio sobre condiciones de habitabilidad sonora que permitan el mejoramiento de la vivienda, es importante conocer primero los conceptos fundamentales de la Acústica, como son la naturaleza del sonido y el ruido, los coeficientes de absorción, reflexión y transmisión de un material propio de la construcción, etc. Lo anterior debido a que un mismo sonido puede ser considerado como agradable o desagradable para diferentes personas, o incluso por una misma persona en diferentes momentos o situaciones (esto es llamado ruido contaminante), esto en función de diversos factores que se mencionarán a lo largo del presente capítulo.

1.1. Definición y características de sonido

La Acústica es la ciencia interdisciplinaria que se ocupa del estudio de las ondas mecánicas en gases, líquidos y sólidos, como el sonido, ultrasonido e infrasonido⁷; es decir, la Acústica se encarga de estudiar la producción, transmisión, percepción o reproducción del sonido, así como todas las cualidades que éste presenta.

El sonido es definido, desde el punto de vista de *La Física del Sonido*⁸, como la vibración mecánica que se propaga en forma de movimiento ondulatorio a través de un medio elástico, ya sea éste sólido, líquido o gas. Se debe a la fluctuación de ondas de presión en el aire que son registradas por el oído y procesadas por el sistema nervioso.

La Real Academia Española define al sonido como “una sensación producida en el órgano del oído por el movimiento vibratorio de los cuerpos, transmitido por un medio elástico, como el aire⁹”, es decir, que el oído (como sistema) es el que se encarga de detectar y procesar sonidos, y cuando es necesario, determinar la procedencia de éste.

Físicamente, el sonido posee tres cualidades, **intensidad, tono o altura y timbre**.

⁷González, Mónica. “Física Acústica” (artículo de estudio), La Guía, publicado 5 de Octubre de 2013, ([Física Acústica | La guía de Física](http://fisica.laguia2000.com/acustica/fisica-acustica#ixzz2fvdHrsbd) <http://fisica.laguia2000.com/acustica/fisica-acustica#ixzz2fvdHrsbd>) (accesado julio 2013)

⁸María, “Física del Sonido” (apuntes de formación profesional y enseñanzas técnicas sobre contaminación atmosféricas, ruidos y radiaciones), <http://html.rincondelvago.com/fisica-del-sonido.html> accesado el 23 de septiembre del 2013.

⁹Real Academia Española, (libro de consulta), <http://lema.rae.es/drae/>, accesado el día 1 de octubre de 2013.

La **intensidad sonora** es la cantidad de energía liberada por una fuente emisora de sonido, varía fuertemente con la distancia a la cual se detecta, de tal manera que a un sonido se le puede asociar una intensidad fuerte, débil o moderada, dependiendo de la amplitud de las ondas emitidas (Fig. 1.1). El oído no percibe sonidos de todas intensidades; aquellos con menor intensidad no son registrados. Este nivel de percepción se debe al ruido interno del cuerpo humano. Al nivel de intensidad mínima de percepción de sonido se le denomina umbral auditivo; es muy variable en cada persona y depende de la frecuencia del sonido. La máxima intensidad que puede soportar el oído humano sin dañarse se denomina ‘umbral de dolor’, esto dependerá tanto de la intensidad como de la frecuencia del sonido y de cada persona.

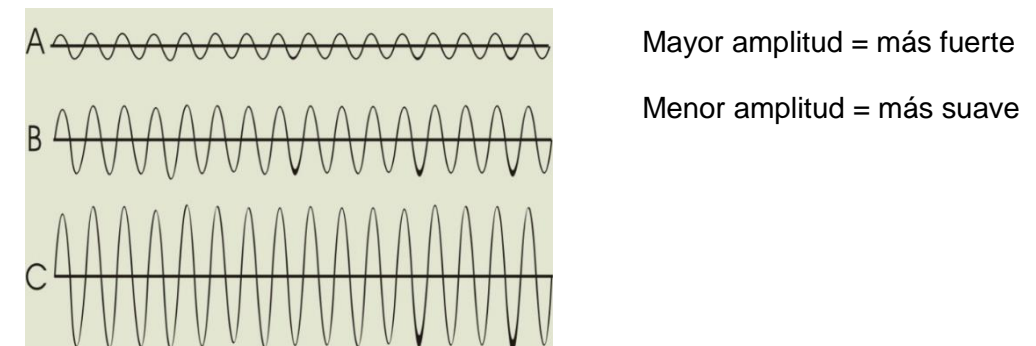


Fig. 1.1. Se muestran tres ondas con diferentes intensidades. Fuente: <http://oscrove.wordpress.com/teoria-musical/el-sonido/las-cualidades-del-sonido/>

El **tono** de un sonido queda determinado por su frecuencia. Si es elevada o de longitud de onda corta, se dice que este es un sonido agudo; sin embargo, si éste es bajo, se le suele llamar grave, lo que significa que su frecuencia es menor (y su longitud de onda mayor) que para el sonido agudo (Fig. 1.2). Todas las frecuencias se miden en ciclos los llamados Hertz, cuya abreviatura es Hz.

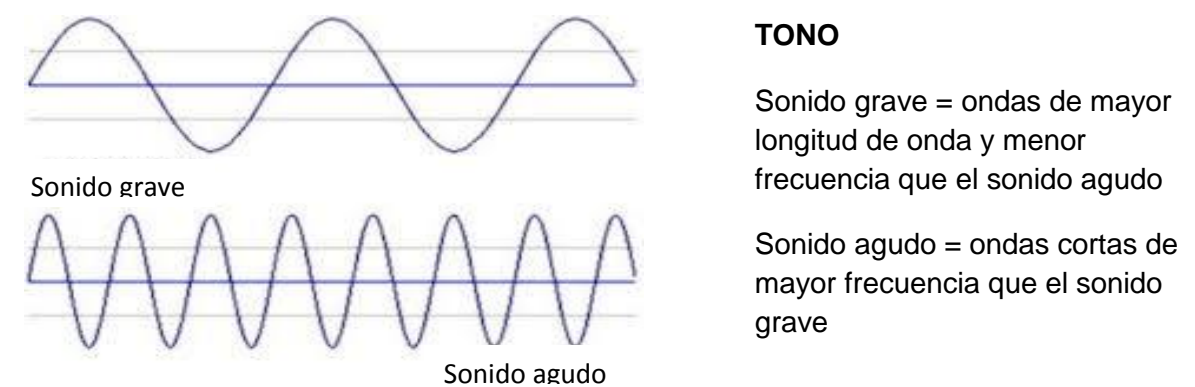


Fig. 1.2. Se muestran dos ondas con diferentes tonos. Fuente: <http://www.fotonostora.com/digital/frecuenciaaudio.htm>

El **timbre** es el matiz característico de un sonido, es decir, es el reconocimiento de calidad de sonido que un cuerpo produce. Representa a una de las cuatro cualidades esenciales del sonido articulado, junto con el tono, la duración y la intensidad. A través del timbre somos capaces de diferenciar dos sonidos de igual frecuencia, fundamentalmente tono e intensidad.

El sonido tiene diversos parámetros que caracterizan al movimiento ondulatorio, que son:

- Velocidad de propagación del sonido (c): Es la velocidad a la que se propagan las ondas sonoras en un medio elástico. En condiciones normales, la velocidad del sonido en el aire es de 344 m/s y es función de la temperatura.
- Periodo: Es el tiempo que tarda en producirse un ciclo completo de oscilación.
- Frecuencia (f): Es el número de ciclos completos de oscilación por unidad de tiempo. Se mide en hertzios (1 hertzio=1 Hz=1/s), y es el inverso multiplicativo del periodo. E acuerdo a su frecuencia, el sonido se clasifica como:
 1. Infrasonidos: $f < 20$ Hz.
 2. Graves: f comprendida entre 20 y 200 Hz.
 3. Medios: f comprendida entre 200 y 2000 Hz.
 4. Agudos: f comprendida entre 200 y 20000 Hz.
 5. Ultrasonidos: $f > 20000$ Hz.

Los sonidos graves, medios y agudos son perceptibles por el oído humano, mientras que los infrasonidos y ultrasonidos no lo son, pues solo son detectados por los humanos como vibraciones. Los ultrasonidos son sonidos que se encuentran por encima del intervalo audible, es decir, su frecuencia es superior a 20000 Hz. Las principales aplicaciones de los ultrasonidos son en medicina. El Ultrasonido es un medio de diagnóstico médico basado en las imágenes obtenidas mediante el procesamiento de los ecos reflejados por las estructuras corporales, gracias a la acción de pulsos de ondas ultrasónicas (Fig. 1.3).

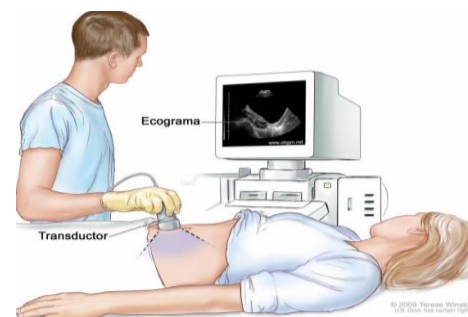


Fig. 1.3. Se muestra la ejecución de un ultrasonido a una mujer. Fuente: <http://san-nicolas-de-los-garza.saintclassified.com.mx/ultrasonido-general-ginecoobstetrico-de-los-garza-en-aima-medical-testicleswe-se-encuentran-ad-74605>

Los infrasonidos son por definición sonidos que están por debajo del rango audible del ser humano en términos de frecuencia, es decir, por debajo de 20 Hz. Los infrasonidos se clasifican en dos grandes grupos según su fuente:

- a. Naturales: son los generados por terremotos, erupciones volcánicas, grandes mareas, huracanes, auroras boreales, o avalanchas.
 - b. Artificiales: son los producidos por la explosión de una bomba atómica, la ignición de cohetes, aviones supersónicos y motores de combustión interna.
- Longitud de onda (λ): Es la distancia entre dos máximos (crestas) o dos mínimos (valles) de una onda. Se relaciona directamente con la frecuencia y la velocidad de propagación a través de la expresión:
$$c = (\lambda) f.$$
 - Presión sonora: Es la variación de la presión atmosférica en un punto dado cuando el sonido se propaga a través del aire. Esta magnitud es la más empleada para medir ruidos, porque se puede determinar directamente con un sonómetro.
 - Intensidad Sonora: Es la energía sonora por unidad de tiempo que atraviesa perpendicularmente a la dirección de la propagación, a la unidad de superficie. Es variable con la distancia, específicamente es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia de la fuente que produce el sonido.
 - Potencia Sonora del Foco: Es la energía producida por un foco sonoro en todas las direcciones por unidad de tiempo.

Existen distintos tipos de efectos asociados a los sonidos, que son: reflexión, transmisión, refracción, difracción, absorción, efecto Doppler, entre otros, de los cuales se describen únicamente aquellos que son de especial interés para el desarrollo de nuestro trabajo.

Reflexión

Cuando las ondas sonoras se encuentran con un obstáculo que no pueden traspasar ni rodear, rebotan sobre el objeto. En la Fig. 1.4 se observa la representación esquemática la reflexión de las ondas cuando no son transmitidas. Cuando el obstáculo es fijo, como una pared, el módulo de la velocidad se conserva.

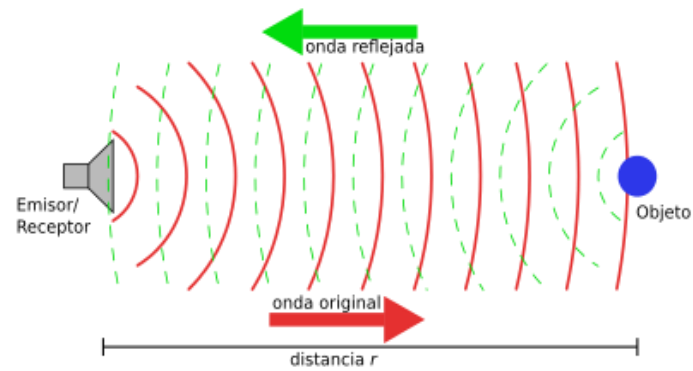


Fig. 1.4. Se muestra la reflexión de las ondas cuando no transmiten o rodean al objeto con el que se encuentran. Fuente: <http://carabuxa.wordpress.com/2008/07/22/impacto-acustico-sobre-cetaceos/>

Un fenómeno muy popular debido a la reflexión del sonido sobre un obstáculo de grandes dimensiones es el eco; en la Fig. 1.5 se muestra una persona y el eco que refleja el obstáculo que se encuentra cerca de la misma. Para que el oído humano sea capaz de diferenciar entre el sonido emitido y el reflejado, la distancia mínima hasta el muro debe ser de 17 m (considerando la velocidad del sonido 340 m/s).

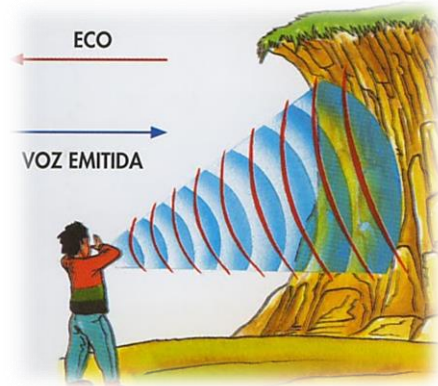


Fig. 1.5. Se muestra el sonido reflejado por el obstáculo y convertido en eco. Fuente: http://edu.jccm.es/ies/ies2lasolana/index.php?option=com_content&task=view&id=315&Itemid=2

Un ejemplo de ello es el que para optimizar la audición del sonido en las salas de conciertos, la arquitectura de las salas debe estar diseñada para que el sonido sea absorbido por las paredes y en los espacios abiertos la distancia no debe exceder los 30 m para que las voces de los sonidos se escuchen con la suficiente potencia y nitidez.

Reverberación

La reverberación es un fenómeno derivado de la reflexión del sonido. Se produce en lugares cerrados amplios y vacíos. Consistente en una ligera prolongación del sonido una vez que se ha extinguido el original, debido a las ondas reflejadas. Estas ondas reflejadas sufrirán un retardo no superior a 0,1 s respecto a la original, de modo que los dos sonidos, el original y el reflejado se confunden. Cuando el retardo es mayor ya no hablamos de reverberación, sino de eco.

Otro fenómeno importante que suele estar relacionado con la reflexión de sonido, cuando el ángulo incidente y el reflejado forman un ángulo de 0° , es la formación de ondas estacionarias. Se trata de la onda producida por la interferencia de dos ondas de igual amplitud y frecuencia que se propagan en la misma dirección pero en sentidos contrarios (Fig. 1.6) Esta interferencia ocasiona que existan, por un lado, puntos que nunca oscilan llamados nodos y cuya amplitud es nula; por otro lado también se generan zonas en las que la amplitud es máxima, llamados vientres. Debido a esto las ondas estacionarias parecen permanecer estáticas en la dirección de propagación.

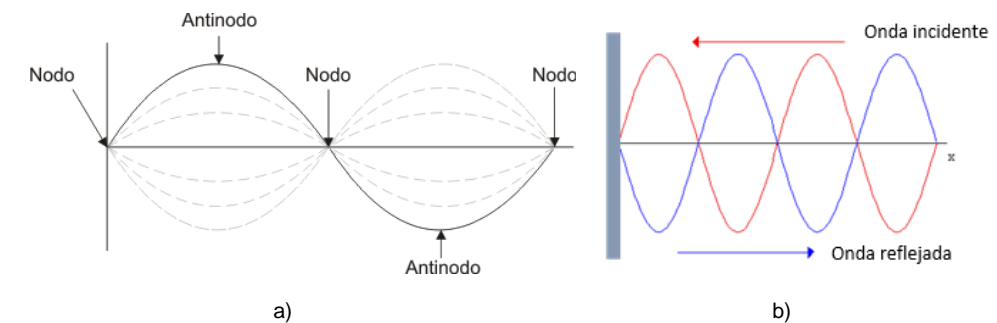


Fig. 1.6: Se muestra la onda incidente y la onda reflejada en la misma dirección pero en sentidos contrarios. a). Representación esquemática de las partes que conforman la onda sonora. b). Onda incidente y onda reflejada en un material. Fuente: http://web.educastur.prncast.es/proyectos/jimena/pj_franciscga/ondaest.htm

Transmisión

Cuando una onda incide con un material parte de la energía es absorbida y otra parte de ella se transmite por medio de vibraciones haciendo que la otra cara de la pared vibre de igual manera, debido a la rigidez de los elementos constructivos del edificio, originándose nuevos focos de emisión sonora.

Absorción

La propagación del sonido en recintos cerrados se ve influenciado por la presencia de las superficies que los limita. En efecto, las ondas sonoras, al chocar contra las paredes, pierden parte de su energía, al ser absorbida por ellas, reflejando o transmitiendo el resto de energía. Resaltando que esta

propiedad de absorción la tienen todos los materiales. Así mismo, la energía de las ondas sonoras incidentes en un medio, en su interacción con el mismo, se divide de tal manera que una parte se absorbe por el medio y se transforma en energía calorífica, la cual termina disipándose o cediéndose al medio con el cual está en contacto (Fig. 1.7).

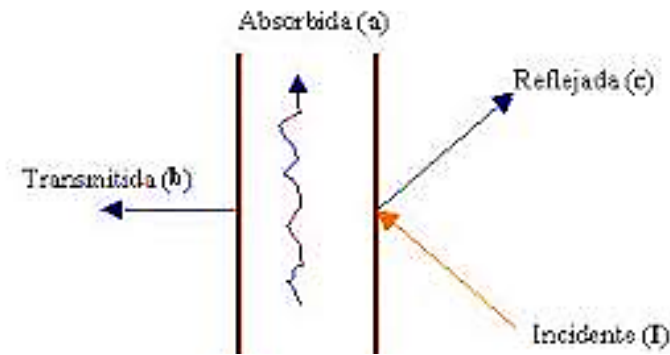


Fig. 1.7. Se muestra la representación esquemática de la absorción del sonido por el obstáculo o material. Fuente: [http://rabfis15.uco.es/lvct/tutorial/1/paginas%20proyecto%20def/\(6\)%20El%20campo%20acustico/distribucion_energias.gif](http://rabfis15.uco.es/lvct/tutorial/1/paginas%20proyecto%20def/(6)%20El%20campo%20acustico/distribucion_energias.gif)

Refracción

La refracción es el cambio de dirección que experimenta una onda al cambiar de medio. Sólo se produce si la onda incide oblicuamente sobre la superficie de separación de los dos medios y si estos tienen índices de refracción distintos. La refracción se origina por el cambio de velocidad que experimenta la onda al cambiar de medio (Fig. 1.8). La refracción también puede producirse dentro de un mismo medio que no es homogéneo, por ejemplo, cuando la temperatura varía de un punto a otro.

Por lo general, siempre hay reflexión y refracción parciales, es decir, una parte de la energía sonora se refleja y otra se refracta.

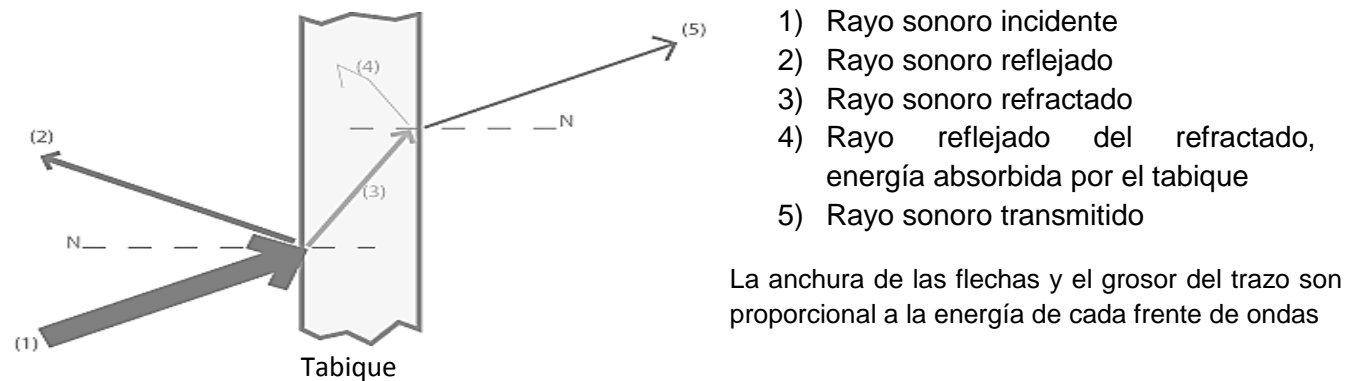


Fig. 1.8. Se muestra la refracción originada por la onda incidente. Fuente: http://www.wikillerato.org/Reflexi%C3%B3n_y_refracci%C3%B3n_del_sonido.html

Efecto Doppler

El Efecto Doppler, llamado así por el austriaco Christian Doppler, es el aparente cambio de frecuencia de una onda producido por el movimiento de la fuente respecto al observador (Fig. 1.9). El tono de un sonido emitido por una fuente que se acerca al receptor es más agudo debido a que la frecuencia es mayor que si la fuente se alejase, en tal caso la frecuencia sería menor.

La velocidad a la que se mueve el objeto que emite las ondas ha de ser comparable a la velocidad de propagación de esas ondas.

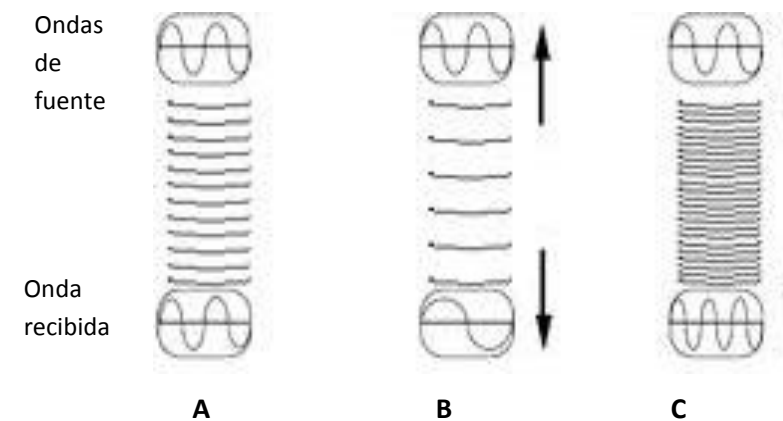


Fig. 1.9. Se muestra el efecto Doppler. a) Distancia sin cambio entre la fuente y el receptor. b) Distancia que aumenta entre la fuente y el receptor. c) Distancia que disminuye entre la fuente y el receptor. Fuente: <http://www.seti.cl/curso-de-radioastronomia-basica-del-jet-propulsion-laboratory-jpl-capitulo-5/efecto-doppler/>

Debemos señalar que dada la importancia que ha adquirido el estudio del sonido en general, se vienen desarrollando equipos de medición del mismo, cuya función, que es producto de los avances tecnológicos, permite caracterizar y comprender los fenómenos relacionados con el sonido.

Aunque cada equipo de medida del sonido es distinto, básicamente todos ellos consisten en un transductor (normalmente un micrófono), una sección de análisis compuesta de varios circuitos para acondicionar la señal eléctrica, ponderarla e integrarla, si es necesario, y una unidad de visualización que puede ser de lectura digital, de pantalla, impresora o de cualquier otro sistema.

A continuación se describen algunos de los instrumentos típicos que se suelen emplear para medir sonido.

Sonómetro

Es un instrumento que responde ante un sonido de una forma aproximada a como lo haría el oído humano. Es una herramienta imprescindible para medir la presión sonora. Un sonómetro-integrador es capaz de promediar linealmente la presión sonora cuadrática. Los sonómetros convencionales se emplean fundamentalmente para la medida del nivel de presión acústica con ponderación del ruido estable. Los sonómetros integradores pueden emplearse para todo tipo de ruidos y pueden medir varios parámetros simultáneamente. En la Fig. 1.10 se muestra un sonómetro digital.



Fig. 1.10. Se muestra la imagen de un sonómetro digital.
Fuente: http://mpe-d1-p.mlstatic.com/6759-MPE5104324612_092013-O.jpg

Analizador de Frecuencias

Determina el contenido energético de un sonido en función de la frecuencia; quiere decir que sirve para medir el contenido de energía de un sonido. La señal que aporta el micrófono se procesa mediante filtros que actúan a frecuencias predeterminadas, valorando el contenido energético del sonido en ese intervalo. En la Fig. 1.11 se muestra la imagen de un analizador de frecuencias.



Fig. 1.11. Se muestra la imagen de un analizador de frecuencias.
Fuente: <http://www.finaltest.com.mx/Analizadores-de-espectro-s/22.htm>

Dosímetro

Es un pequeño sonómetro integrador que permite calcular la dosis de ruido a la que está sometida una persona. Lleva incorporado un sistema lector en el que se expresa la dosis acumulada en el tiempo que

ha estado funcionando (Fig. 1.12). Los más modernos nos dan directamente el nivel de presión sonora equivalente de cualquier ruido y el nivel sonoro continuo equivalente diario. Por su tamaño, son portátiles, lo cual permite medir todo tipo de ruidos tanto en puestos de trabajo fijo, como móviles. Un dosímetro tiene que incorporar la ponderación exponencial de tiempo, habitualmente la lenta, y el umbral de ruido especificado por el fabricante.



Fig. 1.12. Se muestra la imagen de un dosímetro.
Fuente: [http://rabfis15.uco.es/lvct/tutorial/1/paginas%20proyecto%20def/\(3\)%20Tecnicas%20de%20medida/dosimetros.htm](http://rabfis15.uco.es/lvct/tutorial/1/paginas%20proyecto%20def/(3)%20Tecnicas%20de%20medida/dosimetros.htm)

Calibrador Acústico

Instrumento que sirve para asegurar la fiabilidad de los sonómetros. Su misión es generar un tono estable de nivel a una frecuencia predeterminada y se ajusta la lectura del sonómetro haciéndola coincidir con el nivel patrón generado por el calibrador. En general, disponen de un selector que permite generar uno o más tonos a una frecuencia de 1 kHz. En la figura 1.13 se muestra la imagen de un calibrador acústico.



Fig. 1.13. Se muestra la imagen de un calibrador acústico.
Fuente: http://www.pce-instruments.com/espanol/default-det_97446.es.htm

Bajo esta información, estamos en condiciones de pasar a tratar y entender el concepto y características del ruido, para posteriormente establecer al ruido como un contaminante.

1.2. Definición y características del ruido

El ruido es un factor común en de las ciudades afectando en general la vida de sus habitantes de modo tal que parece que nuestras actividades exigen vivir en un entorno en el cual los sonidos se vuelven agresivos para el medio ambiente y para la calidad de vida. Independientemente de la percepción, el ruido generado en las ciudades es molesto y causa daños, a pesar de que no se tenga conciencia de ello.

En el libro titulado El Ruido y La Audición, se define al ruido como “*sonidos desagradables, pero que, además, cuando tienen un nivel sonoro importante, pueden constituir un riesgo de daño auditivo*”¹⁰.

El Ruido ha sido objeto de otras definiciones. Entre ellas, “Sonido o un conjunto de sonidos desagradables o molestos”¹¹, “toda sensación auditiva desagradable o molesta o todo fenómeno acústico que produce esta sensación, todo lo que teniendo un carácter aleatorio no tiene componentes definidos”¹².

En general el ruido, que se puede producir en una fuente diseñada para este fin, llamada fuente de ruido, se transmite a través de un medio elástico y finalmente llega a un receptor. En las diversas situaciones de nuestra vida habitual nos encontramos con todo tipo de ruidos, desde los más agradables, pasando por los tolerantes, hasta los más desagradables e intolerantes, o bien desde los ruidos sumamente cortos, pero de gran intensidad, hasta los ruidos permanentes en el tiempo pero de niveles bajos (cuyas fuentes pueden estar cerca o alejadas del receptor), por lo que se experimenta el ruido en diversas formas. En ocasiones, las propias personas generan el ruido y son víctimas de eso, tal como ocurre cuando se utilizan equipos electrodomésticos (aspiradoras, procesadores de alimentos o secadores de cabello). Al igual que el efecto de alguien que fuma, lo mismo sucede con el ruido, que afecta a otras personas y no solo a las que lo generan. En estas condiciones, el ruido en general es un problema, ya que tiene un impacto negativo en quien lo percibe, constituyendo lo que se conoce como ruido ambiental, y que puede alcanzar el nivel de contaminación.

El grado de contaminación ambiental debido al ruido en una población adquiere día a día mayor importancia, pues afecta de forma directa la calidad de vida de los habitantes. Por esto, se trata de estudiar y comprender con profundidad tanto las fuentes sonoras y sus características físicas, como a

¹⁰ El Ruido y la Audición, capítulo XVI control del ruido

¹¹ OCDE: L etat....., cit., p.50

¹² Code permanent: environnementet nuisances, núm. 1, Collection des dictionnaires et codes permanents, Edition Legislatives et administratives

aquellos mecanismos que nos ayuden a disminuir esta contaminación en una edificación (casa, auditorio, sala de cine, teatro, salón de clases, oficina, hospital, etc.) para proteger a sus habitantes u ocupantes, según sea el caso.

Las características a destacar del ruido son:

- Se produce con facilidad. Necesita muy poca energía para ser emitido. En la Fig. 1.14 se muestra a una persona produciendo el ruido de un claxon de coche, lo cual le resulta una acción sencilla de realizar.



Fig. 1.14. Se muestra la imagen de una persona que toca el claxon y produce fácilmente un sonido.
Fuente: <http://www.equilibrio.mx/ruido-del-ef-causa-riesgos-cardiacos/>

- Es complejo de medir y cuantificar.
- No deja residuos, no tiene efecto acumulativo en el medio, pero sí en el ser humano. En la Fig. 1.15 se muestra a una persona con efectos temporales o permanente de salud auditiva producidos por ruido y que requieren de tratamiento médico.
- Su radio de acción es mucho menor que otros contaminantes, que pocas veces excede varios cientos de metros desde su fuente de emisión.



Fig. 1.15. Se muestra la imagen de una persona en la que el ruido ha dejado un efecto sobre su oído.
Fuente: <http://solfuentedevida.unblog.fr/2010/12/16/efectos-negativos-que-tiene-el-ruido-en-la-salud/>

Un ruido puede ser estable o inestable, teniendo en cuenta la variación de su nivel de presión acústica durante el lapso en que actúa. Para precisar se presentan las siguientes definiciones.

1. **Estable.** Es aquel cuyo nivel de presión sonora permanece casi constante y que se registra con una variación de su nivel de presión acústica no superior a 2 dB^{13} durante un periodo de medición de 1 minuto. En la Fig. 1.16 se muestra la representación esquemática de un ruido estable.



Fig. 1.16. Se muestra la imagen de la representación de ruido estable. Fuente: <http://www.arlsura.com/higiene/articulos/394/>

Un ruido estable a su vez puede ser sostenido, intermitente o pulsar, si la variación de su nivel de presión acústica durante su registro, es pequeña ($< \pm 2 \text{ dB}$).

- **Sostenido.** Es un ruido estable no modificado o que no sufre en general modificación de ningún tipo.
 - **Intermitente.** Es aquel ruido estable recurrente, cuyo nivel máximo se alcanza súbitamente, y después de sostenerse durante 1 s o más, desciende súbitamente, siendo seguido por una causa.
 - **Pulsar.** Es aquel ruido estable recurrente, cuyo nivel máximo se alcanza súbitamente y es seguido por una pausa de sostenerse durante menos de 1s, desciende súbitamente y es seguido por una pausa.
2. **Inestable.** Es aquel que registra variaciones de nivel de presión acústica superiores a 2 dB, y puede a su vez categorizarse como fluctuante o impulsivo.
- **Fluctuante.** Es el ruido inestable que se registra durante un periodo mayor o igual a 1 s, y cuyo nivel varía continuamente en una extensión durante un periodo de observación sin apreciarse estabilidad. En la Fig. 1.17 se muestra la representación esquemática de un ruido fluctuante.

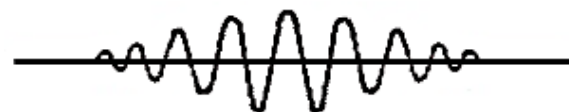


Fig. 1.17. Se muestra la imagen de la representación de ruido fluctuante. Fuente: <http://www.arlsura.com/higiene/articulos/394/>

¹³Groenewold F. "La Idiosincrasia del Mexicano como Medio Normativo del Ruido". I Congreso Nacional de Control de Calidad, México, D.F. 1973.

Impulsivo. Es aquel ruido inestable que se registra durante un periodo menor a 1 s, se caracteriza por una elevación brusca de ruido. El tiempo transcurrido entre crestas ha de ser igual o superior a un segundo. En la Fig. 1.18 se muestra la representación esquemática de un ruido impulsivo.

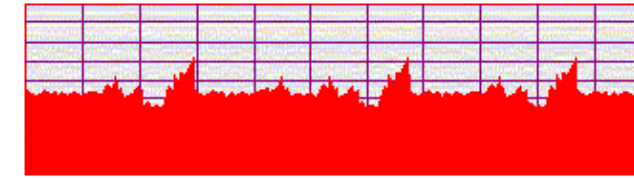


Fig. 1.18. Se muestra la imagen de la representación de ruido impulsivo. Fuente: <http://www.arlsura.com/higiene/articulos/394/>

1.3. El ruido como contaminante

La contaminación por ruido se ha transformado en una problemática creciente en casi todas las sociedades hoy en día. El ruido se presenta como un sonido molesto, desagradable, incómodo, o en general, perturbador para alguien, además de que es una de las formas de agredir al medio ambiente, creando entornos poco sanos, que termina por generar problemas de salud en la población.

El ruido es causado por dos tipos de fuentes emisoras: naturales y antropogénicas. Entre las fuentes naturales, que por cierto, no son parte del objetivo de este capítulo, se encuentran las tormentas, viento, ríos, entre otros; las fuentes antropogénicas se refiere a los efectos, procesos o materiales que son el resultado de actividades humanas, teniendo como principales causas el transporte, la industria, la construcción y las actividades diarias.

1.- Transporte

Muchas ciudades se enfrentan a serios problemas de transporte debido al número creciente de vehículos en circulación. Como las ciudades han llegado a ser uno de los principales centros de las actividades económicas, la población tiende a desplazarse a estos lugares, por lo que existe la necesidad de requerir transporte para ellos, y para los productos que consumen o producen.

Desafortunadamente, el transporte puede generar diversos impactos ambientales, tales como congestión vehicular (que a su vez puede incrementar el riesgo de accidentes viales), contaminación del aire, contaminación de ruido que invade la tranquilidad en ciertas acciones o áreas.

La contaminación ambiental en áreas urbanas es uno de los problemas más importantes que enfrenta la población, y en todo esto tiene que ver el tráfico vehicular, mismo que juega un papel primordial en el fenómeno de contaminación, ya que es la principal fuente de emisiones contaminantes. Por ello se dice que, desde el punto de vista de la *contaminación sonora*, el transporte es la principal fuente de ruido.

El ruido resultado del tráfico, es la superposición de los diversos ruidos provocados por el motor, los órganos de transmisión, los neumáticos, la carrocería, entre otros aspectos, y como consecuencia tenemos que puede tener un efecto impredecible sobre las personas.

Se han realizados estudios que comprueban que el ruido es perjudicial para la salud. Por ejemplo, un estudio realizado en gran Bretaña por la OMS (Organización Mundial de la Salud) *concluye que, de las 101.000 muertes que se produjeron en el Reino Unido en el año 2006 por causas cardiovasculares, un 3% de ellas podrían estar causadas por exposición crónica al ruido, incluyendo ruido por el tráfico diurno*¹⁴. Un hecho por demás alarmante, toda vez que décadas atrás poca atención se ponía a este agente contaminante.

Para su estudio, el tráfico ha sido dividido en tres categorías:

a) Tráfico rodado. Se trata del flujo vehicular producido en un momento y lugar determinado; es el resultado de una serie de decisiones individuales de los usuarios de las redes viales. Cada usuario decide cómo y cuándo recorrer una vía, lo que considera la mejor ruta para llegar a su destino; su decisión puede basarse en criterios tales como costo, tiempo, seguridad y comodidad, decisión que depende, entre otras cosas, de la congestión de vehículos en las vialidades.

El ruido que provocan los vehículos y motocicletas es básicamente discontinuo. Cuando un vehículo se acerca, el nivel sonoro aumenta y cuando se aleja disminuye. Sin embargo, un conjunto de vehículos formando un tráfico vehicular, producen un ruido más constante y denso, además de la mala educación de los conductores que tocan el claxon con frecuencia, circulan con el escape libre y aceleran y desaceleran violentamente,¹⁵ generando un problema mayor de ruido. En la Fig. 1.19 se muestra una representación del tráfico rodado en la ciudad de Puebla.



Fig. 1.19. Se muestra la imagen de tráfico rodado en la ciudad de Puebla. Fuente: [Equipo tesis](#).

b) Tráfico aéreo. Se dice que el transporte aéreo sirve para cubrir distancias medias y largas, a cualquier parte del mundo. Esto sin duda hace que se acorte el tiempo de llegada de los usuarios o cargamentos a un determinado lugar; si bien este medio de transporte es un beneficio de la era contemporánea, resulta también uno de los principales productores de ruido. Es importante resaltar que el impacto de las aeronaves no se limita a las proximidades de los grandes aeropuertos, sino que afecta también, en mayor o menor medida, a una gran parte de las zonas urbanas y rurales de todos los países del mundo.

El ruido producido por los aeropuertos provoca alteraciones sonoras a la población que se encuentra alrededor de estos; en este caso, la producción del ruido varía debido a la velocidad del viento, ya que produce un mayor impacto en los momentos de despegue y aterrizaje de los aviones. Esta situación de ruido producido por tráfico aéreo que se produce en algunos aeropuertos se muestra en la Fig. 1.20.



Fig. 1.20. Se muestra la imagen de tráfico aéreo. Fuente: <http://www.consultoramexicana.com/>

¹⁴ Díaz, Julio. Efectos de la contaminación acústica sobre la salud, Gran Bretaña, 2009.

¹⁵ Ramírez González Alberto y Efraín Antonio Domínguez, El ruido vehicular urbano: problemática agobiante de los países en vías de desarrollo, Colombia, Calle, 2010

c) Tráfico ferroviario. Depende del tipo de locomotora, vagón y riel. Provoca problemas en el entorno de las estaciones, pero los mayores impactos sonoros se producen cuando circula a gran velocidad. Aunque se han implementado subterráneos, esto no quiere decir que se haya controlado el ruido totalmente, ya que en estas condiciones, continúa afectando tanto a las personas que se encuentran dentro de este transporte, como a los que se encuentran en el entorno de la estación. En la Fig. 1.21 se muestra la imagen de un tren en la ciudad de México que va a una gran velocidad.



Fig. 1.21. Se muestra la imagen del metro circulando a una gran velocidad, lo que provoca un ruido que causa daño a las personas que se encuentran a su alrededor. Fuente: <http://www.extremaduramente.com/>

2.- Industria.

La industria, es un conjunto de procesos que transforma los recursos naturales, empleando fuentes de energía, mano de obra y capital (instalaciones, maquinaria entre otros), y tiene como una de sus consecuencias la producción de ruido.

El ruido industrial lo origina fundamentalmente el funcionamiento de los diferentes tipos de máquinas existentes en estos lugares y, en general por toda la actividad interna. La progresiva molestia que produce el ruido industrial está relacionada directamente con toda una serie de factores y objetivos, tales como el aumento del nivel de industrialización en todo el mundo, la concentración de la actividad industrial en espacios limitados y el aumento de la potencia de las máquinas.

En ellas no es fácil que se produzcan sonidos con frecuencias particulares, si no en multitud de amplitudes y frecuencias, conformando ruidos desproporcionados con carácter impulsivo o bien de alta intensidad y corta duración. En general se puede decir que el ruido industrial varía de acuerdo al tipo de maquinaria que se utiliza; por ello, la industria y sus procesos internos, son una de las principales fuentes de emisiones de ruido y la contaminación. En la Fig. 1.22 se muestra como ejemplo un área

industrial, específicamente la automotriz, en la que se puede apreciar el proceso de soldadura de una de las partes de un automóvil, lo cual seguramente es una fuente de ruido de alta intensidad.



Fig. 1.22. Se muestra la imagen un área de trabajo de la industria automotriz, la cual puede ser un contaminante ambiental dependiendo el ruido que provoque. Fuente: <http://www.vozinsurgentes.com/2013/09/26/industria-automotriz-debe-comprometerse-con-crecimiento-economico/>

3.-Construcción.

Para construir una edificación es necesario que haya un proceso que proporcione un resultado físico o material. Para ello, el método que se utiliza para construir, independientemente del género de construcción que se trate, tiende a producir una cierta cantidad de ruido durante el proceso constructivo (esta situación se representa en la Fig. 1.23). La intensidad del ruido en este caso está relacionada con el tipo de maquinaria que se utiliza durante la construcción, como son: vibrador, grúas, revolvedoras, compresores, martillos neumáticos, excavadoras, vehículos pesados de todo tipo, entre otros, que si bien son importantes durante el proceso de edificación, también producen niveles de ruido tan elevados, que son motivo de quejas de los residentes que se encuentran cerca de estas obras.



a)



b)

Fig. 1.23. Se muestra la imagen de algunos causantes de ruido intenso en la construcción. a) Construcción de un puente vehicular. b) Maquinaria para pesada. Fuente: [Equipo tesis](#).

4. Fuentes diarias. Además de las fuentes sonoras descritas anteriormente, existen otras que pueden llegar a ser importantes, y que pueden interferir en el comportamiento sonoro dentro de las edificaciones, como lo son gritos, risas, música, juegos, y todo aparato de uso diario que rebase los niveles de sonido permitido. En la fig. 1.24 se muestra una kermes, que es una actividad cotidiana, en un área educativa y que puede provocar ruido a las colindancias.



Fig. 1.24. Se muestra la imagen de una convivencia de alumnos que entre risas y grito pueden causar ruido. a) Amigos conviviendo. b) Grupo de personas bailando. Fuente: [Equipo tesis](#).

Así como el caso anterior, se pueden mencionar un sinnúmero de actividades diarias que son fuente de ruido cotidiano, generando la contaminación por este rubro.

1.4. El sonido y la percepción en el ser humano

El malestar que puede producir el ruido es tal vez el efecto más común sobre las personas y la causa inmediata de la mayor parte de las quejas. La sensación de malestar procede no solo de la interferencia con la actividad en curso o con el reposo, sino también, de otras sensaciones menos definidas quizá pero que producen en general perturbaciones indeseadas. Las personas hablan situaciones de inquietud, intranquilidad, ansiedad o rabia en presencia de ruido, que contrastan con la definición de salud dada por la OMS (Organización Mundial de la Salud), misma que establece que “*La salud es un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades*”¹⁶.

Las molestias ocasionadas por el ruido dependen de tres parámetros propios que son: la frecuencia, ya que los sonidos agudos son más molestos que los graves y un sonido puro es más peligroso para el oído que uno complejo; la duración, ya que un ruido de una intensidad determinada se convierte en

¹⁶ Organización Mundial de la Salud, 1998

nocivo si el tiempo de exposición sobrepasa un cierto número de horas al día y la repetición, toda vez que un ruido discontinuo es menos soportable que un ruido continuo. En general los efectos producidos por el ruido dependen de la sensibilidad, la intensidad y el tiempo que se ha expuesto a dicho ruido una persona. Estos efectos se pueden clasificar en fisiológicos o psicológicos.

1.4.1 Efectos fisiológicos y psicológicos en el ser humano

El estudio de la Fisiología, aunque no es el objetivo de esta tesis, es una ciencias que requiere ser considera en el contexto del presente trabajo debido a que el ruido afecta a algunos sistemas del cuerpo, como el nervioso y el circulatorio. La Fisiología es la encargada de estudiar las condiciones que se requieren para que nuestro organismo funcione adecuadamente.

Las definiciones de Fisiología varían relativamente para cada autor, pero en términos generales se define como la ciencia que estudia los procesos que tienen lugar en los seres vivos, la actividad de sus distintos órganos, así como el estudio de las funciones del cuerpo y sus partes componentes. En primer lugar veremos la constitución y funcionamiento del oído humano, ya que es uno de los principales órganos que se ven afectados a causa de los niveles de ruido por la contaminación sonora.

El oído humano, situado en los dos lados de la cabeza, es el sentido que nos permite percibir los sonidos y consta de tres partes: oído externo, medio e interno. En la Fig. 1.25 se muestra un esquema general de las partes del oído humano.

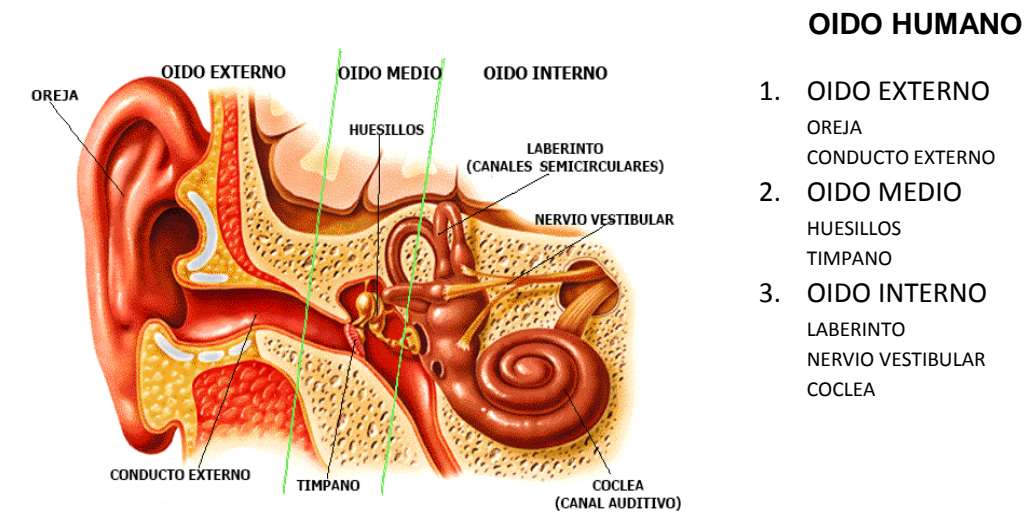


Fig. 1.25. Se muestra la imagen del aparato auditivo y la división del mismo. Fuente: <http://www.juntadeandalucia.es/averroes/~29701428/salud/ssvv/oidodeta.htm>

El oído externo comprende dos partes: una parte externa llamada pabellón del oído o simplemente oreja y la segunda, que es una parte interna que constituye el conducto auditivo. En la Fig. 1.26 se muestra una representación esquemática que contiene estas dos partes del oído externo. El pabellón de la oreja recoge las ondas sonoras del exterior y las transmite por medio del conducto auditivo externo al oído medio.

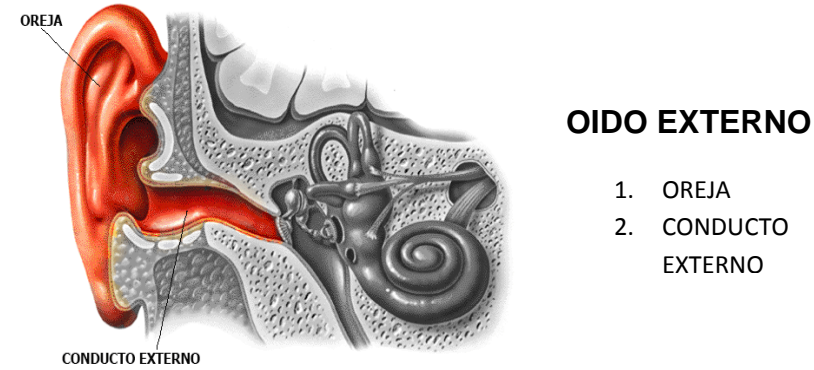


Fig. 1.26. Se muestra la imagen del oído externo y las partes que lo conforman. Fuente: [Equipo tesis](#).

El oído medio es una cavidad llena de aire, llamada caja del tímpano, localizada entre el conducto auditivo externo, que está por fuera, y el conducto auditivo interno, que está por dentro. Contiene los huesillos del oído (martillo, yunque y estribo) que operan como un juego de palancas y transfieren las vibraciones sonoras al oído interno. En la Fig. 1.27 se muestra una imagen del oído medio y de las partes que lo componen. El oído medio también tiene la función protectora, disminuyendo la amplitud de las vibraciones que acompañan a los ruidos intensos, reduciendo al mínimo el choque al oído interno, e incluso tiene la capacidad de igualar la presión de aire a sus lados (en las partes externa e interna del oído) para evitar la ruptura del tímpano.

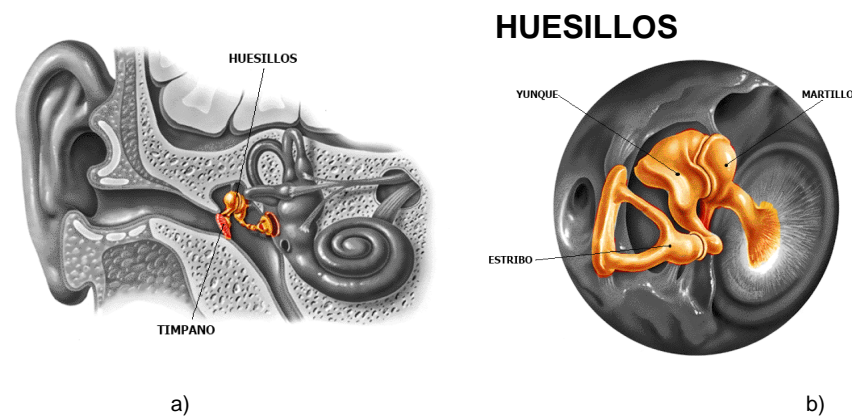


Fig. 1.27. Se muestra la imagen del oído medio y las partes que lo conforman. a) División de las partes del oído medio en huesillos y tímpano. b) División de los huesillos en martillo, yunque y estribo. Fuente: [Equipo tesis](#).

El oído interno, también llamado laberinto debido a su forma complicada, se compone de dos partes o laberintos: el óseo y el membranoso. A su vez, el laberinto óseo comprende tres partes: la cóclea, el vestíbulo y tres canales semicirculares, mientras que el laberinto membranoso está localizado por dentro del laberinto óseo. En la Fig.1.28 se pueden apreciar ambos laberintos que constituyen al oído interno. En respuesta a un estímulo acústico, el fluido de la cóclea se agita y se distorsiona la membrana basilar, en cuya superficie superior se localizan miles de células ciliares muy sensibles que registran la distorsión y la transforman en impulsos nerviosos (o eléctricos) que son transmitidos al cerebro para ser procesados como sonido.

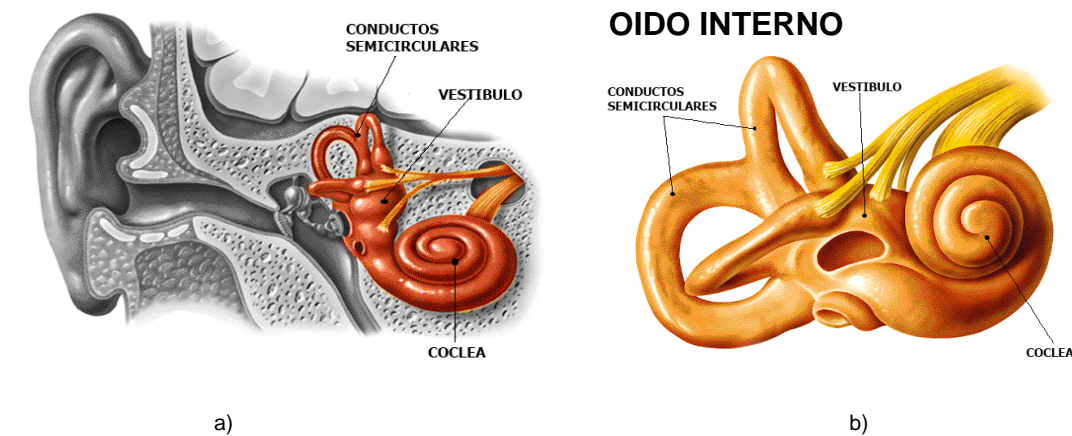


Fig. 1.28. Se muestra la imagen del oído interno y las partes que lo conforman. a) División de las partes del oído interno en conductos semicirculares, vestíbulo y cóclea. b) ampliación de la imagen a) para una mejor apreciación. Fuente: [Equipo tesis](#).

En base a la descripción del oído, vemos que se trata de un órgano complejo, que se adapta a diferentes sonidos, pero que el ruido como tal, le puede causar daños severos. Podemos decir que la intensidad y frecuencia de una fuente sonora es el principal factor de causa de daño al oído; tal daño se manifiesta desde el aumento del umbral mínimo de percepción hasta la sordera total. Aunque sonidos muy fuertes pueden provocar la ruptura del tímpano, el daño más frecuente es la del órgano de Corti que contiene aproximadamente 17 000 células pilosas. La destrucción de 500 a 1000 de ellas causa alteraciones apenas perceptibles, sin embargo, los efectos de la destrucción de este tipo de células se incrementan rápidamente.

En estas condiciones, se puede establecer que la pérdida de audición ocasionada por el ruido puede ser de tres tipos:

- **Traumatismo acústico.** Es provocado por la exposición a ruidos muy fuertes durante periodos cortos.

- **Disminución temporal del umbral de audición.** Ocurre cuando hay exposición a un ruido intenso por determinado tiempo aumentando la intensidad mínima percibida pero solo es por un cierto tiempo.
- **Aumento permanente del umbral de audición.** Ocurre en una exposición similar a la anterior pero en este caso la lesión ocasionada es permanente.

Un aspecto importante a considerar en la disminución de la percepción sonora tiene que ver con la dirección de emisión del ruido, lo cual requiere de recibir el mismo sonido en ambos oídos, y depende en su mayor parte, de la intensidad y tiempo de llegada a cada uno de ellos. Cuando un sonido llega primero a uno de los oídos y unos segundos después llega al otro, se registra mayor respuesta en el cerebro del lado opuesto al oído que percibe primero la señal.

Cabe mencionar que la sensibilidad auditiva disminuye con la edad, independientemente de si existe o no la exposición a ruidos intensos, no obstante la pérdida auditiva se acelera o aumenta, si se expone una persona al ruido, como se ha estado mencionando a lo largo del capítulo.

En la Tabla 1.1 se muestra los efectos fisiológicos que puede causar el ruido en otras partes del cuerpo humano.

| | DAÑOS CAUSADOS | ILUSTRACION |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Sistema nervioso | Todo sistema cuenta con neuronas sensitivas que a través de impulsos que llegan al mismo, mandan información de lo que ocurre en el medio ambiente externo e interno como dolor, tacto y sonido. Es por eso que el sistema nervioso manda información del ruido externo causado por diferentes variantes el cual puede llegar a tener una depresión progresiva si el ruido va en aumento | <p>Neurona sensitiva</p> <p>Sistema nervioso</p> |

| | | |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Aparato cardiovascular | Los daños que causa el ruido al aparato cardiovascular depende de la relación entre intensidad, emisión y absorción del ruido, los cambios más evidentes se hacen notorios con ruidos de alta frecuencia (3200-4800). Los efectos que se han consignado desde el aspecto médico son: alteraciones del ritmo cardíaco e hipertensión arterial, las cuales junto con un mal manejo de estrés, puede aumentar el riesgo de padecer un infarto. | |
| Glándulas | Se ha observado que demasiado ruido crea alteraciones en la hipófisis (localizada en la cabeza y responsable de coordinar importante número de funciones del organismo, principalmente crecimiento y reproducción), y aumento en la secreción de adrenalina (hormona que propicia estado de alarma y rápida reacción del organismo ante alguna amenaza). | |
| Aparato digestivo | En este incrementan la posibilidad de sufrir trastornos como digestión difícil por lenta circulación en los intestinos (colitis nerviosa), o inflamación estomacal (gastritis). | |
| Sistema respiratorio | Causa aumento temporal del ritmo respiratorio. | |

| | | |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Ojos</p> | <p>Puede producir dilatación de las pupilas, trastornos en la visión de colores y formas.</p> |  |
| <p>Sistema circulatorio</p> | <p>Una de las reacciones más frecuentes son los vasos sanguíneos de los dedos que se tensan.</p> |  |

TABLA 1.1. Efectos fisiológicos que puede causar el ruido.

En cuanto a los efectos psicológicos, debemos establecer antes que nada, que la Psicología es el estudio que trata de la conducta y de los procesos mentales de los seres humanos; de acuerdo a esto, podemos mencionar los efectos que causa a las personas la exposición al ruido en periodos prolongados, que son:

- **Efectos sobre el sueño.** Aun dormidos el oído no deja de funcionar, pero el cerebro pasa desapercibido aquellos sonidos de baja intensidad, aunque los efectos puedan aparentar solo una fatiga por la mañana al no dormir bien. A largo plazo, la repetición interrumpida del sueño puede tener complicaciones sobre la salud, por lo que el ruido mayor a 30 dB influye negativamente sobre el sueño de tres formas diferentes, según la percepción de cada persona.

1. Mediante la dificultad de dormir

2. Causando interrupciones de sueño, que si son repetidas pueden provocar insomnio. La probabilidad de despertar depende no solamente de la intensidad del suceso sino también de la diferencia entre ésta y el nivel de ruido estable. A partir de 45 dB la posibilidad de despertar es muy grande
3. Disminuyendo la calidad del sueño, volviéndose éste menos tranquilo y acortándose sus fases más profundas.

Como consecuencia de todo ello, la persona no habrá descansado bien y será incapaz de realizar adecuadamente al día siguiente sus tareas cotidianas. Con frecuencia se intenta evitar estas situaciones mediante la ingesta de tranquilizantes, el uso de tapones auditivos, que son poco saludables por no ser naturales y pueden acarrear dependencias y molestias adicionales, cerrando las ventanas para dormir, sin embargo esta última puede ser contraproducente y generar padecimientos de sueño por estar en un ambiente mal ventilado o con temperatura elevada.

- **Efectos conductuales.** El ruido también disminuye el rendimiento en las actividades personales o laborales, ocasionando problemas de estabilidad o falta de coordinación.
- **Pérdida de atención, de concentración y de rendimiento.** Esto es evidente cuando se realiza una acción que necesita el uso de señales acústicas; puede suceder que el ruido que tiene de fondo afecte la escucha interfiriendo con la percepción de la persona que se encuentra realizando la acción. Así también, un ruido repentino produce distracciones, que reducirán el rendimiento en muchos tipos de trabajos, mucho más en aquellos que exijan un cierto nivel de concentración.
- **Estrés.** El estrés es un estado en el que la homeostasis (capacidad de mantener un estado interno estable) del organismo se encuentra amenazada. El ruido afecta a la secreción de las hormonas del estrés (adrenalina y noradrenalina) y hormonas Corti suprarrenales (cortisol). Los objetivos primarios para las hormonas del estrés en el cerebro son el hipocampo y la amígdala, donde alteraciones neuronales pueden conducir a problemas de memoria, de aprendizaje y emocionales. Está probado que el ruido, por sí mismo, es un elemento estresante, por la respuesta neurofisiológica y hormonal que provoca. En este efecto influyen tanto los ruidos de alta intensidad como los de intensidad débil, pero repetida.

- **Efectos sobre el embarazo.** El umbral de audición (la intensidad a la cual se percibe el sonido) en las semanas 27 a 29 de gestación es aproximadamente 40 dB, pues se dice que “la exposición del feto y recién nacido a ruido ocurre durante el desarrollo normal y maduración del sentido del oído. Mencionando que el sonido se transmite bien dentro del ambiente uterino”¹⁷. Estudios recientes en personas embarazadas que viven en zonas ruidosas, demuestran que existe una influencia negativa sobre la salud del feto, con disminución de peso, aumento de mortalidad y mayor irritabilidad en el recién nacidos, por mencionar solo algunos problemas o efectos del ruido en fetos o recién nacidos.

El exceso de ruido por un lado afecta directamente la salud física y mental de las personas, y por otro lado, es casi imposible realizar actividades diarias en el medio ambiente sin ocasionar ruido. Pero existen ruidos que podemos y debemos extinguir o minimizar para evitar que afecten nuestra estado físico y mental, pues de no hacerlo estaremos teniendo repercusiones en el comportamiento humano al elevarse el estrés y la ansiedad de la personas.

1.5. Normas permisibles del ruido

Existen normas que definen los niveles de ruido permisibles para las personas así como también la distancia a la cual se deben ubicar las edificaciones que causen ruidos; tales normas varían de país en país. A continuación, en la Tabla 1.2 se muestran los artículos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Medio Ambiente, mientras que en la Tabla 1.3 los correspondientes al Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación originada por la emisión del ruido de nuestro país, que sin duda son los referentes legales que permiten determinar bajo qué condiciones se puede regular el ruido.

| LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE | |
|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ARTÍCULO | CONTENIDO |
| 5 | En la Fracción XV de la Ley nos dice: Son facultades de la federación regular la prevención de la contaminación por el ruido, además de vibraciones, energía térmica, lumínica, radiaciones electromagnéticas y olores perjudiciales para el equilibrio ecológico y el ambiente. |
| 155 | Quedan prohibidas las emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica y la generación de contaminación visual, en cuanto rebasen los límites máximos establecidos en las normas oficiales mexicanas que para ese efecto expida la Secretaría, considerando los valores de concentración máxima permisibles para el ser humano de contaminantes en el ambiente que determine la Secretaría de Salud. Las autoridades federales o locales, según su esfera de competencia, adoptarán las medidas para impedir que se transgredan dichos límites y en su caso, aplicarán las sanciones correspondientes. En la construcción de obras o instalaciones que generen energía térmica o lumínica, ruido o vibraciones, así como en la operación o funcionamiento de las existentes deberán llevarse a cabo acciones preventivas y correctivas para evitar los efectos nocivos de tales contaminantes en el equilibrio ecológico y el ambiente. |
| 156 | Las normas oficiales mexicanas en materias objeto del presente Capítulo, establecerán los procedimientos a fin de prevenir y controlar la contaminación por ruido, vibraciones, energía térmica, lumínica, radiaciones electromagnéticas y olores, y fijarán los límites de emisión respectivos. La Secretaría de Salud realizará los análisis, estudios, investigaciones y vigilancia necesarios con el objeto de localizar el origen o procedencia, naturaleza, grado, magnitud y frecuencia de las emisiones para determinar cuándo se producen daños a la salud. La Secretaría, en coordinación con organismos públicos o privados nacionales o internacionales, integrará la información relacionada con este tipo de contaminación, así como de métodos y tecnología de control y tratamiento de la misma. |

Tabla 1.2. Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Medio Ambiente. Se hace mención de los artículos de interés para el tema que se desarrolla.

¹⁷Noise: a hazard for the fetus and newborn. American Academy of Pediatrics. Committee on Environmental Health. Pediatrics. 1997 Oct;100(4):724-7

En dicho reglamento se especifica los siguientes conceptos:

| REGLAMENTO PARA LA PROTECCIÓN DEL AMBIENTE CONTRA LA CONTAMINACIÓN ORIGINADA POR LA EMISIÓN DEL RUIDO | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ARTÍCULO | CONTENIDO |
| 6 | Se consideran como fuentes artificiales de contaminación ambiental originada por la emisión de ruido las siguientes: I.- Fijas.- Todos tipo de industria, máquinas con motores de combustión, terminales y bases de autobuses y ferrocarriles, aeropuertos, clubes cinegéticos y polígonos de tiro; ferias, tianguis, circos y otras semejantes; II.- Móviles.- Aviones, helicópteros, ferrocarriles, tranvías, tracto camiones, autobuses integrales, camiones, automóviles, motocicletas, embarcaciones, equipo y maquinaria con motores de combustión y similares. La Secretaría de Salubridad y Asistencia podrá adicionar la lista de las fuentes antes mencionadas, escuchando la opinión de la Comisión Intersecretarial de Saneamiento Ambiental |
| 8 | Los responsables de las fuentes emisoras de ruido, deberán proporcionar a las autoridades competentes la información que se les requiera, respecto a la emisión de ruido contaminante, de acuerdo con las disposiciones de este Reglamento. |
| 11 | El nivel de emisión de ruido máximo permisible en fuentes fijas es de 68 dB (A) de las seis a las veintidós hora, y de 65 dB de las veintidós a las seis horas. Estos niveles se medirán en forma continua o semicontinua en las colindancias del predio, durante un lapso no menor a quince minutos, conforme normas correspondientes. El grado de molestia producido por la emisión del ruido máximo permisible será de 5 en una escala Likert modificada de 7 grados. Este grado de molestia será evaluado, en un universo estadístico representativo conforme a las normas correspondientes |
| 23 | Para autorizar la ubicación, construcción y funcionamiento de aeródromos, aeropuertos y helipuertos públicos y privados, las autoridades competentes tendrán en cuenta la opinión de la secretaria de salubridad y asistencia a fin determinar la distancia a las áreas urbanas de la población. |
| 24 | Características de construcción de los servicios auxiliares, con objeto de evitar o disminuir el ruido Queda prohibido sobrevolar aeronaves de hélice a una altura inferior a trescientos metros, y de turbina a una altura inferior a quinientos metros sobre el nivel del suelo en zonas habitacionales, excepto en operación de despegue, aproximación, estudio, investigación, búsqueda, recae o en situaciones de emergencia |
| 25 | Para prevenir y controlar la contaminación ambiental originada por la emisión de ruido, los organismos y empresas que presten servicios de transporte ferroviario, deberán cuidar el correcto mantenimiento de los rieles, ruedas, durmientes, balasto y, en general el sistema de rodamiento y de enganche, así como de que las maniobras de carga y descarga y las operaciones de patio se realice en los términos que establecen la normas correspondientes. |

| | |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 28 | Las autoridades de Transito competentes, tomara en cuenta la opinión de la Secretaría de Salubridad y asistencia previamente a la fijación de rutas, horarios y límites de velocidad a los servicios públicos de autotransporte conforme a las disposiciones de este reglamento, con objeto de prevenir y controlar la contaminación por ruido |
| 29 | Para efectos de prevenir y controlar la contaminación ambiental originada por la emisión de ruido, ocasionada por automóviles, camiones, autobuses, tracto-camiones y similares, se establecen los siguientes niveles permisibles expresados en dB (A). Peso bruto hasta 3,000 más de 10,000 vehicular (Kg.) y hasta 10,000 (kg) Nivel máximo permisible dB (A) 79 81 84 Que serán medidos a 15 m de distancia de la fuente Para el caso de las motocicletas, así como de las bicicletas y triciclos motorizados, el nivel máximo permisible será de 84 dB (A). Este valor será medido a 7.5 m. de distancia de la fuente por método dinámico |
| 35 | Queda prohibido en áreas habitacionales la circulación de vehículos con escape abierto y de los que produzcan ruido por el arrastre de piezas metálicas o por la carga que transporten |
| 39 | El ruido producido en casas-habitación por la vida puramente domestica no es objeto de sanción. La reiterada realización de actividades ruidosas que molestes a los vecinos no se considerarán como domésticas, y en tal caso, la autoridad competente, probados os hechos motivo de la queja, aplicará la sanción que corresponda |
| 40 | Los carillones, campanas y demás dispositivos similares que emitan ruido a la vía pública, sólo podrán operarse entre las seis y las veintidós horas. |

Tabla 1.3. Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación originada por la emisión del ruido. Se hace mención de los artículos de interés para el tema que se desarrolla.

Sin duda, estas consideraciones y normas deberán de ser tomadas en cuenta al momento de desarrollar el análisis de caso.

CAPITULO 2. MATERIALES Y SUS CARACTERÍSTICAS ACÚSTICAS

En este capítulo se aborda el comportamiento de las ondas sonoras cuando cambian de medio de propagación, es decir, la interacción del sonido con un medio material, específicamente hablando, uno propio de la construcción. Los materiales, se pueden clasificar de diferentes formas, de acuerdo a su origen, tamaño o forma, entre otras características; sin embargo, el criterio más adecuado para clasificar un material de este tipo, según los fines que se persiguen esta tesis, es a través de sus propiedades acústicas.

En el capítulo anterior se mencionaron algunos fenómenos importantes del sonido. En este capítulo se amplía la información, particularmente, de aquellos que nos interesan, como son: absorción, reflexión y transmisión;

La importancia de estos fenómenos radica en que son de fundamental importancia para caracterizar las propiedades acústicas de los materiales, lo cual finalmente puede determinar la forma en como un receptor capta el sonido que ha interactuado con algún medio particular. A continuación se describen más a fondo las características generales de absorción, reflexión y transmisión de sonido o de ruido de algunos materiales empleados típicamente en la construcción.

2.1 Características de absorción

Al producirse un sonido dentro de una edificación, éste originará un campo sonoro que actúa sobre cada material que se encuentra a su alrededor, haciendo que cada uno de éstos vibren, dependiendo del nivel y la intensidad de sonido emitido en ese momento. En éste proceso, los materiales absorben energía sonora en algún grado, de acuerdo a las características propias de cada material, por ejemplo, si el material es poroso, va a absorber más energía que uno liso, que por cierto, este último reflejará más ondas sonoras que el poroso. Ahora bien, el Principio de conservación de la energía establece que: “la energía no se crea ni se destruye, solo se transforma¹⁸”. Así mismo, la energía de las ondas sonoras incidentes en un medio, en su interacción con el mismo, se divide de tal manera que una parte

se absorbe por el medio y se transforma en energía calorífica, la cual termina disipándose o cediéndose al medio con el cual está en contacto.

Con el fin de tener una idea más clara de lo que se está hablando, se define como absorción sonora a “la disipación de energía sonora en forma de calor mediante diferentes procesos de rozamiento. Se caracteriza por la disminución de las reflexiones de las ondas al chocar contra las superficies de la edificación¹⁹”.

De acuerdo con la definición anterior, la característica de la absorción sonora es la disminución de las ondas reflejadas cuando el sonido incide con un material, lo cual se debe a que al haber más absorción de energía sonora, será mucho menor la que tendrá que reflejarse y/o transmitirse (para que se satisfaga el Principio de conservación de la Energía). Asimismo, mientras más sea la energía reflejada y/o transmitida, menor será la energía absorbida por los materiales que se encuentra dentro del campo sonoro, es por ello que el proceso de la energía absorbida presenta un valor máximo y después disminuye. En estas condiciones, cabe señalar que todo material absorbe un porcentaje de energía que se transporta en las ondas sonoras, por lo que podemos entonces afirmar que no existen materiales completamente opacos al sonido.

En la Fig. 2.1 se muestra esquemáticamente una situación en la que se incluyen los fenómenos de absorción y reflexión sonora cuando un el sonido alcanza un material empleado en la construcción de una edificación. Cuando la onda incide (onda O) sobre la pared, piso, techo o cualquier otra superficie que se encuentra dentro de la edificación, parte de la energía de la onda incidente, mediante un proceso de fricción, es cedida al material constructivo, es decir, que una parte de la energía incidente es absorbida de esta forma por la superficie, y la otra parte es reflejada y /o transmitida.

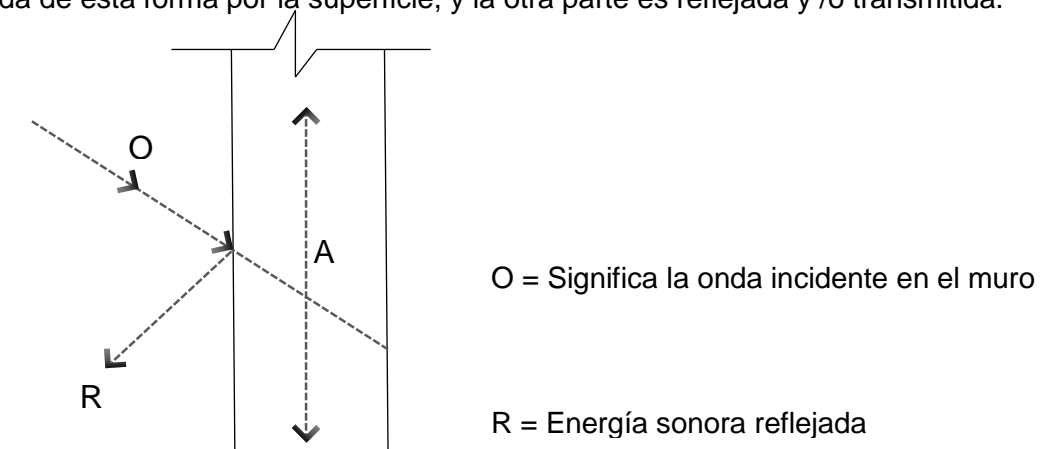


Fig. 2.1. Se muestra la imagen de como absorbe el muro la onda cuando incide con el mismo. Fuente: Equipo tesis.

¹⁸Santillana Polimodal, Aristegui Rosana A., “Física 1: energía, mecánica, termodinámica, electricidad, ondas, nuclear”, pp172-183

¹⁹Werner, Federico Antonio. ET. AL., “El ruido y la audición”, Argentina, 1990, Ed. AD-HOCS R.L.

La cantidad de energía absorbida es expresada en términos del coeficiente de absorción sonora, representado con la letra a minúscula del alfabeto griego, alfa " α ". Este coeficiente es el cociente de la energía absorbida por el material y la incidente en el mismo; puede tomar valores entre 0 y 1, donde 1 es el valor de un material absorbente perfecto²⁰. En la Fig. 2.2 se muestra una imagen del momento en que la onda incide con un material absorbente del sonido.

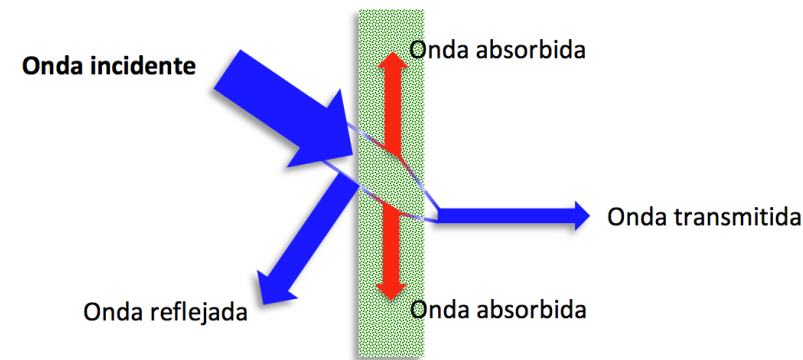


Fig. 2.2. Se muestra la imagen del momento en que la energía sonora incidente es absorbida por un material acústico. Fuente: <http://www.ia2.es/wp-content/uploads/2014/06/Coeficiente-de-absorci%C3%B3n.png>

Teórica y experimentalmente se demuestra que algunas cualidades del sonido dependen tanto de la frecuencia del mismo, como de la temperatura y la humedad relativa del medio de propagación.

El porcentaje de humedad relativa puede variar dependiendo el aire, es decir, que si un sonido se propaga en aire seco, cuyo porcentaje de humedad relativa se considera bajo, la absorción alcanza un máximo que se hace presente en frecuencias agudas, por lo que se puede decir que en este tipo de medios, los sonidos de frecuencias agudas son mejor absorbidos que aquellos de frecuencia baja.

Tanto los materiales de construcción como los revestimientos tienen propiedades absorbentes muy variables, por lo que a menudo es necesario realizar tratamientos específicos para optimizar las condiciones sonoras deseadas en una edificación, como son los teatros, cines, estudios de grabación, por mencionar solo algunos. No obstante, debemos reconocer que existen materiales que ya están diseñados para hacer que un espacio tenga una mejor acústica, por lo que no es necesario llevar a cabo tratamientos complicados sobre éstos. En estos materiales absorbentes el sonido penetra en sus poros u orificios de tal manera que el roce de las partículas de aire contra las paredes internas del material, provoca una reducción de movimiento, transformando la energía sonora que los atraviesa, en energía calorífica, como ya se mencionó con anterioridad. Básicamente estos materiales absorbentes

se clasifican en porosos, resonadores y anecoicos. A continuación se presenta la descripción general de cada uno de estos tipos de materiales.

1. Materiales porosos o fibrosos. Son materiales livianos, esponjosos y permeables que ante la incidencia de una onda sonora, son penetrados por las moléculas de aire en vibración, que actúan degradando la energía sonora, por roce contra sus fibras porosas, disipando la energía en forma de calor. Estos materiales están regulados por los siguientes factores:

- Densidad superficial
- Porosidad
- Espesor del material
- Geometría de las celdillas
- Frecuencia del sonido
- Separación de montaje respecto a las superficies

En general, se puede decir que la absorción aumenta con el espesor y la frecuencia del sonido incidente, debido a que cuando este último penetra el material, las moléculas en vibración tardarán más en atravesarlo totalmente dado el grosor del material, reduciendo poco a poco el sonido. De acuerdo a esto, se observa que los paneles porosos estrechos, presentan mejor absorción a elevadas frecuencia, mientras que paneles más anchos, mejoran la absorción en un amplio rango de frecuencia. Entre los materiales absorbentes porosos, destacan los siguientes:

a) El corcho: Es la corteza densa y esponjosa de un roble siempre verde. La capa exterior de la corteza se engrosa cada año y gradualmente se convierte en una masa densa, blanda y homogénea, a la cual se le da un uso comercial. En la Fig. 2.3 se muestra el momento en el que se quita la corteza de un árbol de roble, para posteriormente convertirla en corcho.



Fig. 2.3. Se muestra la imagen de personas quitando la corteza de un roble, que después será procesada para uso comercial.

Fuente: <http://lesouffleentavola.blogspot.mx/2013/06/el-corcho-y-la-botella-de-vino.html>

²⁰CFR. Behar, Alberto., 1994, "El ruido y su control", México, Ed. Trillas.

Algunos textos como el de Caleb Hornbostel²¹, nos refiere que el corcho tiene una densidad específica de 0.15 a 0.20, y puede aceptar una compresión sin que se expanda horizontalmente ni lateralmente; este material se caracteriza por su baja conductividad térmica, su alta porosidad y su bajo peso. Los productos de corcho tienen muchas aplicaciones en arquitectura, pues sirve para mitigar el ruido no deseado al emplearse como revestimiento de pisos, muros o plafones; por ejemplo, un bloque de corcho, para aplicarse en la superficie deseada, debe asegurarse que ésta esté limpia, seca, lisa, libre de grietas de acuerdo a la ficha técnica que proporciona *Bricoficha*. En la Fig. 2.4 se muestran imágenes de revestimiento de paredes, en diferentes ubicaciones de una vivienda, para controlar la transmisión de ruido que al mismo tiempo le da un toque decorativo a la misma.



Fig. 2.4. Se muestran imágenes de revestimiento de paredes con corcho. a) Revestimiento de muro del espacio de la cocina y marco de la ventana con corcho. b) Revestimiento de muros en el área de la sala con corcho. Fuente: <http://www.gruposindec.com/revestimientos-corcho.html>

b) **Fibras minerales:** Es otro material poroso que además de ser absorbente de sonido, tiene la propiedad de ser un aislante térmico. Dentro de este tipo de materiales encontramos, la lana mineral, lana de roca y fibra de vidrio; estos materiales son flexibles e incombustibles, y, al igual que el corcho, pueden utilizarse en pisos, plafones y paredes. En la Fig. 2.5 se muestra la imagen de una fibra mineral, cuyas cualidades para absorber el sonido, dependen principalmente de su densidad y de la uniformidad con que se coloca.

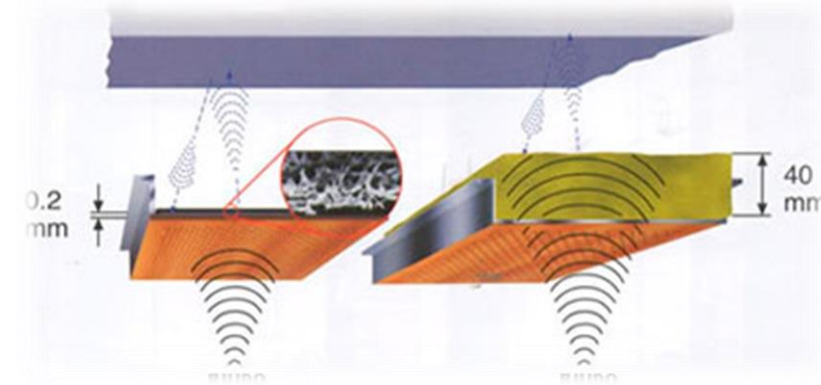


Fig. 2.5. Se muestra una imagen de la absorción del ruido por una fibra mineral colocada en el plafón. Fuente: http://www.nonwovensgroup.com/ecomaXL/index.php?site=FNW_ES_produkte_detail&udtx_id=359#section3

c) **Espumas sintéticas:** Entre las ventajas de este tipo de material destaca su excelente acabado superficial, además de ser un excelente mitigador de ruido. En la Fig. 2.6 se muestran imágenes de la aplicación de espuma sintética, que puede ser utilizada tanto en interiores como exteriores.



Fig. 2.6. Se muestra la aplicación de espuma sintética tanto en interior como exterior. a) Aplicación de espuma sintética al exterior del techo. b) Aplicación de espuma sintética en muros interiores. Fuente: http://www.multireformes.com/servicios_poliuretano.htm

d) **Materiales elásticos.** Son materiales formados por paneles flexibles, siendo el más utilizado las láminas de corcho. La absorción de las ondas se produce por vibración y deformación del material elástico. Entre las ventajas de este tipo de absorbente destaca que son apropiados para controlar el ruido de baja frecuencia. Se utiliza para conseguir una buena absorción a una determinada frecuencia. En la Fig. 2.7 se muestran imágenes de dos diferentes aplicaciones del corcho que aprovechan su elasticidad.

²¹Hornbostel, Caleb . *Materiales para construcción, tipos, usos y aplicación*, ed. Limusa, 2002, México.



Fig. 2.7. Se muestran imágenes de la aplicación del corcho en dos diferentes formas. a) Aplicación del corcho en techos como material intermedio. b) Aplicación del mismo en la elaboración del diseño de una silla, que además de ser utilizada para descanso sirve para mitigar el ruido. Fuente: <http://www.opi97.org/portugal-apuesta-por-juntar-la-industria-del-mueble-y-el-corcho/>

2. Materiales resonadores de agujero. Como su nombre lo indica, son materiales capaces de entrar en resonancia cuando las ondas sonoras entran en contacto con estos materiales; tienen una serie de agujeros de diferentes formas y tamaños que permiten prolongar el sonido, y en el caso del ruido, el efecto final es que lo reducen. Estos se utilizan en salas de concierto y teatros. En la Fig. 2.8 se muestra imágenes de la forma y textura que puede tener los materiales resonadores de agujero.

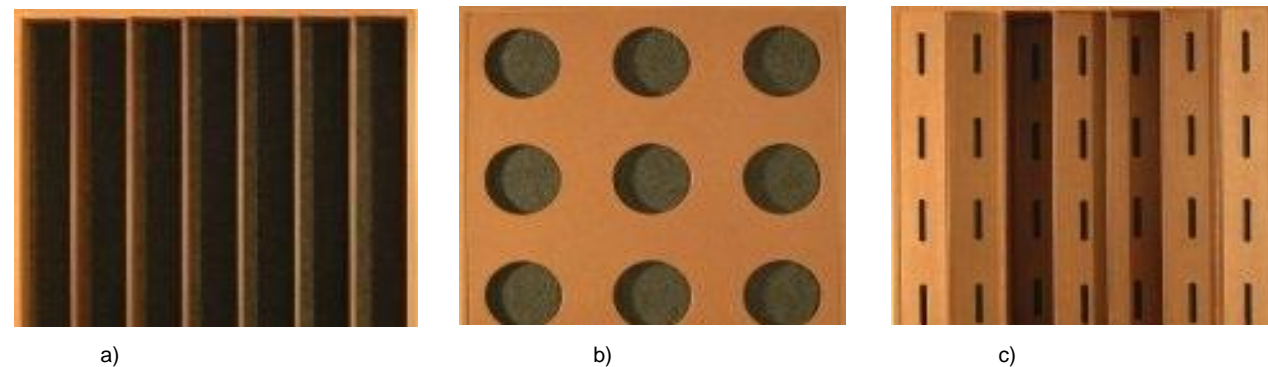


Fig. 2.8. Se muestra imágenes de diferentes diseños de materiales resonadores. a) Persianas verticales. b) Relieves circulares de dimensiones pequeñas. c) Perforaciones en el material de dimensiones pequeñas. Fuente: http://www.acusticaintegral.com/difusor_tr.htm

Cabe señalar que, las placas perforadas o con agujeros colocadas a cierta distancia de paredes rígidas, funcionan como un conjunto de resonadores, por lo que se conoce como resonadores agrupados. La absorción de los paneles perforados depende del número y del tamaño de las perforaciones, siendo mejores cuantas más perforaciones tenga, y más pequeño sea el

diámetro de los orificios. En la Fig. 2.9 se muestra la imagen de un conjunto de resonadores para una sala de conciertos, con lo que mejoran las condiciones acústicas de la misma y por ende la calidad de escucha de los usuarios.



Fig. 2.9. Se muestra la imagen de un conjunto de resonadores diseñado para una sala de concierto. Fuente: <http://www.consultoriaacustica.es/acondicionamiento-acustico.php>

3. Materiales anecoicos. Son materiales de recubrimiento para absorber y atenuar el sonido, lo cual ocurre por la forma de los materiales; se utilizan preferentemente en la construcción de cámaras anecoicas, que se emplean como laboratorios de ensayos de materiales absorbentes. En la Fig. 2.10 se muestra la imagen de una de estas cámaras.



Fig. 2.10. Cámara anecoica creada por los Laboratorios de Orfield en Minnesota, Estados Unidos. Fuente: http://s01.s3c.es/imag/_v2/ecodiario/ciencia/580/camara-anecoica-580x315.jpg

En la Tabla 2.1 se muestran los coeficientes de absorción de algunos de los materiales utilizados en la construcción de edificaciones, en función de la frecuencia, los cuales nos permite conocer el comportamiento del ruido en un espacio donde estos materiales estén presentes.

| COEFICIENTE DE ABSORCIÓN | | | | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| Material | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 |
| Lana mineral densidad 100 kg/m ³ , espesor 50mm | 0,27 | 0,62 | 0,88 | 0,93 | 0,81 | 0,76 |
| Espuma de poliuretano, espesor 15mm. | 0,13 | 0,13 | 0,24 | 0,70 | 0,77 | 0,68 |
| Fibra de madera comprimida, densidad 230kg/m ³ , espesor 20mm. | 0,15 | 0,44 | 0,45 | 0,44 | 0,53 | 0,59 |
| Yeso perforado regularmente con diámetro de perforación 6mm. Sobre lana mineral, espesor 12 mm | 0,10 | 0,19 | 0,42 | 0,74 | 0,57 | 0,34 |
| Aglomerado de corcho | 0,15 | 0,26 | 0,22 | 0,22 | 0,20 | 0,20 |
| Lana de vidrio 25mm | 0,15 | 0,38 | 0,60 | 0,64 | 0,62 | 0,62 |
| Madera barnizada | 0,05 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 |
| Cal sobre entablado de madera | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,05 |
| Enlucido | 0,01 | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,08 | 0,17 |
| Mármol | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Yeso | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,08 |
| Ladrillo pintado | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| Ladrillo bruto | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,07 |
| Vidrio | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| Tapiz de caucho 5,5mm | 0,04 | 0,04 | 0,08 | 0,12 | 0,10 | 0,10 |
| Tapiz de corcho 20mm. Encerado y pulido | 0,04 | 0,03 | 0,05 | 0,11 | 0,07 | 0,02 |
| Panel de Votrofib 1-P-090 | 0,53 | 0,68 | 0,85 | 0,93 | 0,97 | 0,95 |
| Panel de Votrofib 1-P-100 | 0,40 | 0,68 | 0,46 | 0,43 | 0,24 | 0,16 |
| Panel de Votrofib 1-P-110 | 0,51 | 0,65 | 0,79 | 0,74 | 0,49 | 0,59 |
| Alfombra sobre cemento | 0,04 | 0,04 | 0,08 | 0,12 | 0,13 | 0,16 |
| Hormigón enlucido | 0,01 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,09 | 0,09 |
| Corcho de 13 mm con 2.5 cm de cámara de aire | 0,14 | 0,25 | 0,40 | 0,25 | 0,34 | 0,21 |

Tabla 2.1: Coeficientes de absorción de algunos materiales. Fuente: Werner Federico, Antonio, et. al. "El ruido y la audición". Argentina, 1990. Ed. AD-HOCS.R.L.

La tabla anterior muestra que los materiales porosos y blandos permiten una mayor absorción de las ondas sonoras como se mencionó con anterioridad, mientras que los materiales con acabados no porosos absorben en menor cantidad el sonido. En general la absorción que tiene un material aumenta con la frecuencia del sonido incidente debido a que para frecuencias altas, la longitud de onda sonora

es pequeña, como se vio en el capítulo 1. Sin embargo, en la Tabla 2.1 se observa que el mármol es uno de los materiales que tiene la misma absorción en las frecuencias de 125 a 4000 Hz, mientras que los materiales que más aumentan su valor de absorción debido a la frecuencia son la lana mineral, con una densidad y espesor de 100 kg/m³ y 50 mm, respectivamente, la espuma de poliuretano, con espesor de 15mm y la lana de vidrio de 25 mm de espesor.

2.2 Características de reflexión

La reflexión es el rebote de una onda sonora en una superficie. Cuando un sonido golpea un material, se dice que la onda es *incidente*, cuando el sonido es rebotado por el material se llama sonido *reflejado*; en este caso, las ondas se reflejan contra los mismos materiales, o rebota, tal como se muestra en la Fig. 2.11.

1. Es la onda que incide en el muro
2. Es la reflexión de la onda en sentido contrario de la onda incidente

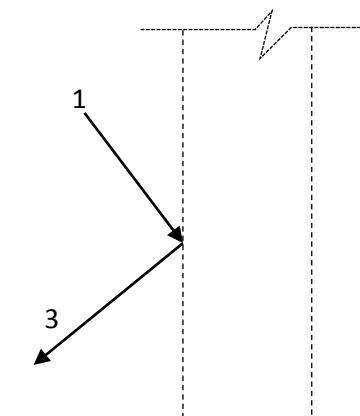


Fig. 2.11. Se muestra la imagen del comportamiento de la onda sonora al contacto con un material u objeto. Fuente: Equipo tesis.

La energía reflejada de la onda es siempre menor que la energía incidente, debido a que al interactuar la onda con el material, parte de la energía pudo ser absorbida, como se mencionó con anterioridad, debido a que ningún material es totalmente opaco.

Se debe resaltar que la reflexión no actúa igual sobre las altas frecuencias que sobre las bajas, debido a que la longitud de onda de las bajas frecuencias es muy alta, por lo que pueden rodear la mayoría de obstáculos; en cambio, las altas frecuencias no rodean los obstáculos, por lo que se producen rebotes con mayor facilidad.

En este fenómeno de reflexión intervienen los siguientes aspectos:

- Una fuente sonora o emisor de sonido. Esto puede proceder de cualquier objeto o persona. En la Fig. 2.12 se muestra una persona que percibe ruido originado por diferentes fuentes y que le resulta molesto.



Fig. 2.12. Se muestra en la imagen a una persona que se está tapando los oídos, esta percibe los sonidos que se encuentran a su alrededor y que en algún grado son molestos para ella. Fuente: <http://pueblaninos.blogspot.mx/2011/11/contaminacion-existen-muchos-tipos-de.html>

- Un sonido incidente. Onda original que alcanza o incide sobre el material. En la Fig. 2.13 se muestra la imagen de la onda cuando incide en el material.

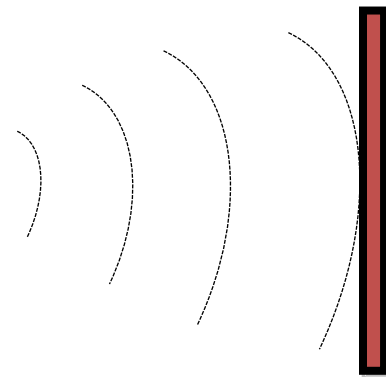


Fig. 2.13. Se muestra la incidencia de las ondas en el material que representa a un sonido incidente. Fuente: [Equipo tesis](#)

- Un material o superficie sólida. Se refiere a aquel material, que por sus condiciones de uso o colocación, no puede ser rodeado por el sonido, y es aquel con el que choca la onda y que hace que se produzcan diferentes tipos de reflexiones. En la Fig. 2.14 se muestra la imagen de diferentes materiales utilizados en la construcción.



Fig. 2.14. Se muestra diferentes materiales, los cuales pueden ser la superficie sobre la cual chocan las ondas y se refleja el sonido. Fuente: <http://www.areatecnologia.com/TUTORIALES/MATERIALES%20PARA%20LA%20CONSTRUCCION.htm>

- Sonido reflejado u onda reflejada. Es el sonido que rebota en otra dirección, producto del choque de la onda incidente con el material. En la Fig. 2.15 se muestra la reflexión de la onda que incidió en el material o superficie.

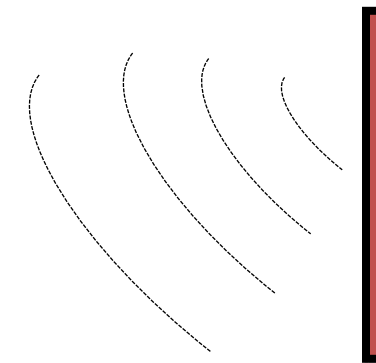


Fig. 2.15. Se muestra la reflexión de las ondas en el material que representa a un sonido reflejado u onda reflejada. Fuente: [Equipo tesis](#)

Es importante destacar que la reflexión dentro de las edificaciones juega un papel importante, toda vez que puede hacer un espacio confortable o no, debido a que un sonido puede rebotar un o más veces en un material, disminuyendo o aumentando su intensidad, ya que, con cada reflexión, perderá energía sonora de acuerdo a lo ya mencionado o bien puede ocurrir la interferencia constructiva del sonido mismo. Un ejemplo de esta situación es cuando una persona está dentro de una edificación y se produce un sonido, la persona recibirá tanto el sonido directo como el reflejado en el piso, muros y

techos, por lo que al final, el sonido que percibe puede resultarle molesto y dificultar su comunicación con otras personas dentro de la misma habitación, como se muestra en la Fig. 2.16.

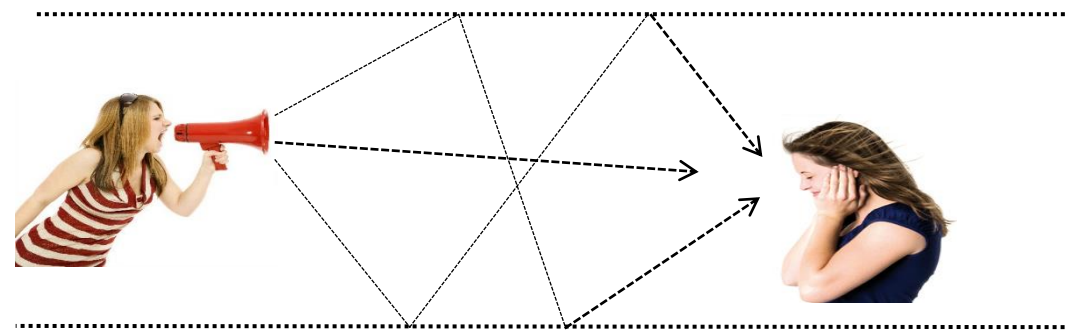


Fig. 2.16. Se muestra la imagen de dos personas, de las cuales una de ellas produce el sonido y la otra lo percibe de dos diferentes formas (sonido directo y sonidos reflejados). Fuente: [Equipo tesis](#)

Así, el material del que está constituido el objeto con el que choca la onda puede producir diferentes tipos de reflexiones que llegan a reforzar el sonido directo o causar fenómenos de reverberación y eco.

Por ejemplo, en las salas de concierto o teatros, los espacios deben estar diseñados para que el sonido sea absorbido por las paredes, de modo que la sala se asemeje a una sala al aire libre; además, debe tener un buen reparto de sonido en toda la sala, la cual parte de la escena (o fuente emisora), necesita de un tiempo de reverberación bastante largo para que el sonido tome suficiente fuerza.

Actualmente, se han diseñado reflectores elípticos cuya forma es parecida a la de una concha, su función es mejorar la reflexión del sonido, tal como se observa en la Fig. 2.17. Estos reflectores son utilizados en muro y plafones, y permiten resolver el problema de acústica en una edificación.

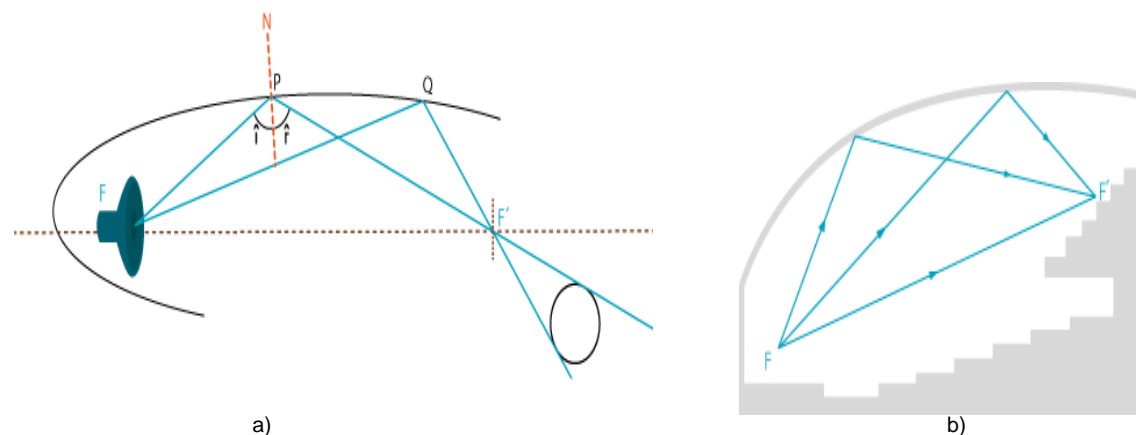


Fig. 2.17. Se muestran imágenes de reflectores de sonido. a) El sonido producido rebota sobre el reflector de media elipse y llega a un punto F, llamado foco, que es el punto en donde se desea enfocar el sonido. b) El claro que cubre la edificación tiene una cubierta curva que ayuda que los sonidos reflejados lleguen al oyente con más claridad.
Fuente: http://www.wikillerato.org/Reflexi%C3%B3n_y_refracci%C3%B3n_del_sonido.html

Como se ha mencionado, todos los materiales presentan diferentes coeficientes de reflexión, por lo que se hace necesario conocer acerca de ellos. En la Tabla 2.2 se presentan algunos materiales con su respectivo coeficiente de reflexión.

| COEFICIENTE DE REFLEXIÓN | |
|--------------------------|---------------------------|
| Material | Coefficiente de reflexión |
| Piedra lisa | 95% |
| Madera | 90% |
| Vidrio normal | 4% |
| Pared rugosa | 80% |
| Pared de ladrillo | 75% |
| Aluminio | 80% |
| Pared con relieve | 64% |
| Tapices de pared | 25% |

Tabla 2.2. Coeficientes de reflexión de algunos materiales. Fuente: <http://www.lpi.tel.uva.es>

En la tabla anterior se observa que los materiales con mayor *reflexión* del sonido son: madera, piedra lisa, una pared rugosa, y aluminio, todos con un promedio de reflexión de sonido entre 80-95 %, lo cual se traduce en un relativamente bajo coeficiente o porcentaje de absorción y transmisión de las ondas sonoras.

2.3 Características de transmisión

La acústica es una rama de la Física que nos permite explicar la forma en la cual el sonido tiene su interacción con el entorno en donde este se produce. A la vez, la Acústica tiene como una de sus ramas a la Acústica Arquitectónica que tiene como uno de sus fines estudiar el aislamiento o el aumento de intensidad del sonido en una edificación.

El estudio de la atenuación de sonido, específicamente la reducción de ruido y de la pérdida de transmisión (PT), es de importancia a nivel mundial, ya que por medio de estos estudios se determina la

cantidad de transmisión de sonido en el entorno. Esto quiere decir que gracias al conocimiento de la transmisión, se puede saber la cantidad de sonido que traspasa una barrera; en el caso de la arquitectura en particular, estaríamos hablando de la cantidad de sonido que sobrepasan muros, plafones y pisos. En la Fig. 2.18 se muestra una imagen en donde el ruido es transmitido de un lugar a otro a través de muros, pisos y plafones.

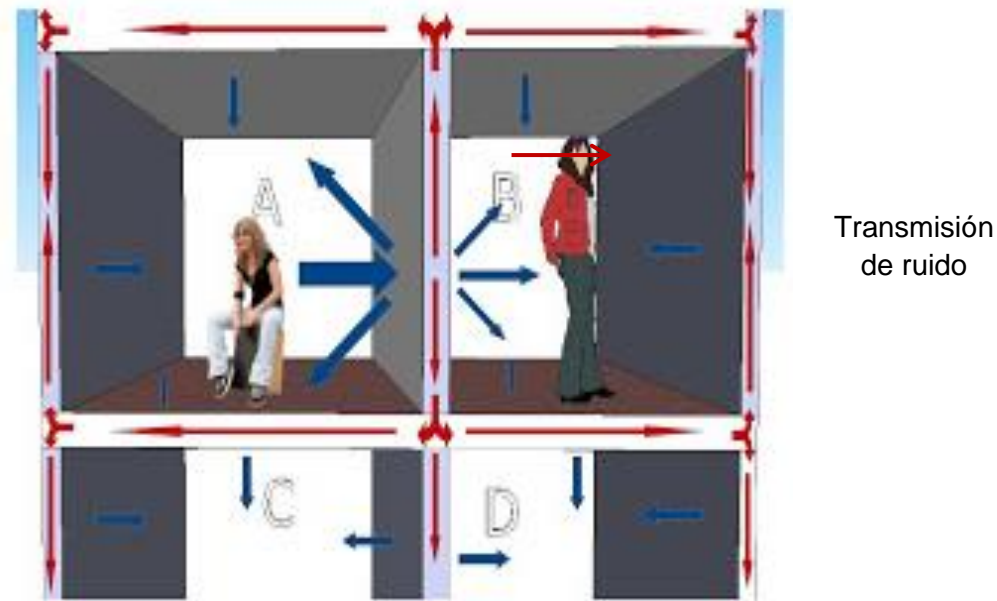


Fig. 2.18. Se muestra una imagen de transmisión del ruido de una habitación a otra, así como al exterior, a través de muros, pisos y plafones. Fuente: <http://www.como-insonorizar.com/p/el-ruido-que-es.html>

Las pérdidas de *transmisión*, que ocurren cuando el sonido que se propaga a través de un medio material (generalmente aire), se encuentra con algún otro medio, es un parámetro expresado en dB, que depende de la frecuencia del sonido e indica en cuánto se atenúa la energía sonora incidente al atravesar un objeto sólido. En experimentos que se realizan para la caracterización de materiales que son aislantes acústicos²², se observa que estos presentan una mayor pérdida de transmisión sonora mientras más densos son. Esto quiere decir que un material entre mayor densidad presente, existirá una menor transmisión sonora. Para la medida de estas variables se puede construir ambientes acústicos adecuados, por ejemplo una cámara anecoica o un tubo de impedancia. Una cámara anecoica generalmente se construye de gran tamaño con la finalidad de garantizar su aislamiento acústico y realizar medidas en condiciones de espacio libre. Cumplir al máximo con estas dos condiciones hace que su precio de construcción sea muy elevado, lo cual limita enormemente su accesibilidad. En la Fig. 2.18 se muestra una representación esquemática, en planta, de una cámara

anecoica que se emplea comúnmente para realizar mediciones y caracterización del coeficiente de transmisión sonora de diferentes materiales constructivos.

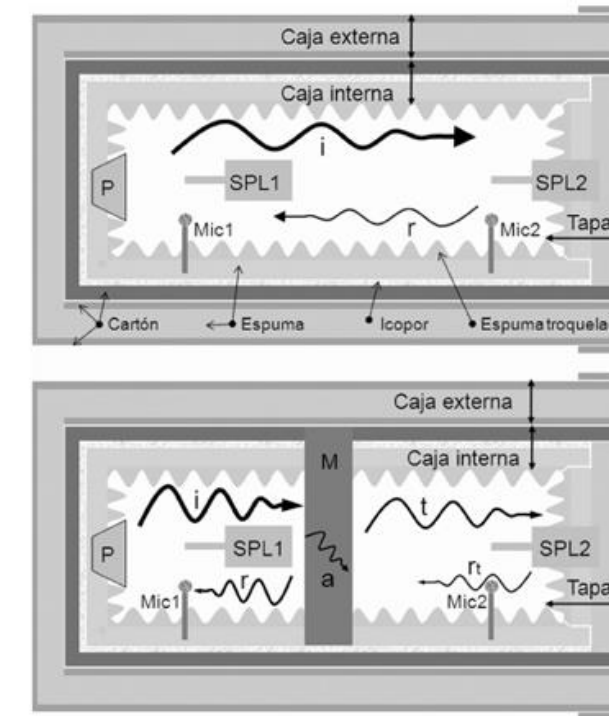


Fig. 2.19. Representación esquemática de la cámara anecoica empleada en la medida de las pérdidas de transmisión sonora. SPL1 y SPL2 son los sonómetros, P es el parlante, Mic1 y Mic2 son micrófonos y M la muestra a estudiar, la cual divide la cámara interna en dos recámaras. En la figura se aprecian los materiales con que se construyen las diferentes capas de la cámara. Las flechas presentan las posibles ondas como sigue: i, incidente; r, reflejada; a, absorbida; t, transmitida y r_t es la onda reflejada de la transmitida. Fuente: <http://www.como-insonorizar.com/p/el-ruido-que-es.html>

La clase de transmisión sonora, SCT (del inglés, sound transmission class), es una especie de valor promedio de la pérdida de transmisión a varias frecuencias. Es un valor único que permite evaluar rápidamente la calidad de la aislación sonora que ofrece un tabique, cuando se habla. Así, un valor de SCT inferior a 25 implica que la voz normal se entiende perfectamente mientras que un valor superior a 45 implica que la voz alta casi no se percibe. En la Tabla 2.3 se detallan los valores de la PT y la SCT a varias frecuencias, correspondientes a diversos materiales y estructuras, que se consideran actuando en condiciones casi ideales. No se ha tomado en cuenta, por consiguiente, ni la denominada transmisión por flancos (el sonido que se filtra a través de fisuras, intersticios o juntas mal selladas, o que se propaga por la estructura en forma de vibraciones, o que se transmite por tuberías de ventilación o aire acondicionado, o por los caños de distribución de energía eléctrica). En todo proyecto arquitectónico de aislación acústica, deben tenerse en cuenta todos estos detalles, pues de lo contrario se corre el riesgo de no lograr los resultados esperados. Es importante saber que el intersticio debajo de una puerta, puede llegar a empeorar la atenuación de una pared en 20 dB ó más.

| Material o estructura | STC | PT a la frecuencia | | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|--------------------|-----|-----|------|------|------|
| | | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 |
| Hormigón (90 mm) | 37 | 30 | 30 | 37 | 35 | 38 | 41 |
| Hormigón (140 mm) | 45 | 30 | 34 | 41 | 48 | 56 | 55 |
| Hormigón (190 mm) | 53 | 37 | 46 | 46 | 54 | 59 | 60 |
| Hormigón (290 mm) | 50 | 33 | 41 | 45 | 51 | 57 | 61 |
| Hormigón (90 mm) + aire (25 mm) + fibra de vidrio (65 mm) + hormigón (90 mm) + placa de yeso (16 mm) | 62 | 49 | 54 | 57 | 66 | 71 | 81 |
| Placa de yeso (Durlock) (12 mm) | 28 | 15 | 20 | 25 | 29 | 32 | 27 |
| Placa de yeso (Durlock) (2×12 mm) | 31 | 19 | 26 | 30 | 32 | 29 | 37 |
| Placa de yeso (12 mm) + aire (90 mm) + placa de yeso (12 mm) | 33 | 12 | 23 | 32 | 41 | 44 | 39 |
| Placa de yeso (2×12 mm) + aire (90 mm) + placa de yeso (12 mm) | 37 | 16 | 26 | 36 | 42 | 45 | 48 |
| Placa de yeso (2×12 mm) + aire (70 mm) + placa de yeso (2×12 mm) | 45 | 23 | 30 | 45 | 49 | 52 | 52 |
| Placa de yeso (12 mm) + aire (20 mm) + fibra de vidrio (50 mm) + placa de yeso (12 mm) | 45 | 21 | 35 | 48 | 55 | 56 | 43 |
| Placa de yeso (2×12 mm) + aire (40 mm) + fibra de vidrio (50 mm) + placa de yeso (2×12 mm) | 55 | 34 | 47 | 56 | 61 | 59 | 57 |
| Vidrio (6 mm) | 31 | 25 | 28 | 31 | 34 | 30 | 37 |
| Vidrio laminado (6 mm) | 35 | 26 | 29 | 32 | 35 | 35 | 43 |
| Vidrio (3mm) + aire (50 mm) + vidrio (3 mm) | 38 | 18 | 26 | 38 | 43 | 48 | 35 |
| Vidrio (3mm) + aire (100 mm) + vidrio (6 mm) | 45 | 29 | 35 | 44 | 46 | 47 | 50 |
| Puerta madera maciza (24 kg/m ³) sin burlete | 22 | 19 | 22 | 26 | 24 | 23 | 20 |
| Puerta madera maciza con burlete | 26 | 22 | 25 | 29 | 25 | 26 | 28 |
| Puerta de madera maciza (24 kg/m ³) + aire (230 mm) + Puerta acero chapa # 18 hueca (26 kg/m ³) + burlete magnético en el marco | 49 | 35 | 44 | 48 | 44 | 54 | 62 |

Tabla 2.3: Pérdida de Transmisión de Diversos Materiales en Función a la Frecuencia, y Clase de Transmisión Sonora. Fuente: <http://proaudio.com.es/>

En la tabla anterior se observa que, entre más denso sea un material, menor será la transmisión de sonido. Por ejemplo, el hormigón tiene una mayor pérdida de transmisión, si se encuentra adherido a otros materiales. En cuanto a las puertas, podemos observar que si las éstas son de madera maciza, pero están armadas con hueco interior o caja, la transmisión de sonido es menor a una puerta de madera maciza sin hueco, pues el hueco permite que parte del sonido quede absorbido.

Estas tres características presentes en un sonido no deseado o ruido, es lo que interesa destacar, toda vez que puede convertirse en un agente perturbador de la vida diaria de las personas, atentando contra su calidad de vida.

Cada vez más existe la necesidad de conocer el comportamiento del ruido en diferentes ambientes arquitectónicos; este trabajo de tesis pretende contribuir a ello, a partir del análisis que se desarrolla sobre sonoridad en una vivienda de interés social en la capital poblana, el cual se presenta en el siguiente capítulo.

CAPITULO 3. FRACCIONAMIENTO LOS HEROES PUEBLA

En este capítulo se lleva a cabo el análisis de las condicionantes urbanas y arquitectónicas del Fraccionamiento “Los Héroes Puebla (Segunda Sección)”, por ser el sitio donde se localiza la vivienda que es caso de estudio de este trabajo sobre las condiciones de habitabilidad sonora de una vivienda de interés social. Sin embargo, es importante establecer que las viviendas de este fraccionamiento no están vinculadas al programa de apoyo oficial para demandantes que se dio antes de 1995; por el contrario, se trata de una vivienda social de mercado, donde el Estado ha reducido su participación, y es el capital privado (Grupo SADASI), con créditos de la banca o sociedades de financiamiento de vivienda (SOFOLES), que ofrecen este tipo de vivienda social.

Es así, que promotores privados, como SADASI (Consortio de empresas especializadas en el desarrollo de conjuntos habitacionales sustentables), que nace en 1975, en el Estado de México, con el propósito de contribuir a satisfacer las necesidades de vivienda económica del país; adquieren grandes extensiones de terrenos para la creación de fraccionamientos que ofrecen vivienda unifamiliar en uno o dos niveles, con estacionamiento para un vehículo. El caso del Fraccionamiento “Los Héroes Puebla. (Segunda Sección)”, es uno de los casos más representativos de este tipo de desarrollo habitacional, del cual analizaremos su ubicación, disposición urbana y arquitectónica, así como las características constructivas de la vivienda, con el fin de conocer las condicionantes que contribuyen o afectan la habitabilidad sonora de este tipo de vivienda.

3.1 Ubicación

El Fraccionamiento Héroes de Puebla, es uno de los desarrollos inmobiliarios del Grupo SADASI²³ (el cual, según fuentes oficiales, es una empresa con más de 37 años en el mercado, con 26 mil viviendas construidas en 12 estados de la República Mexicana, opera bajo el principio de compra de



²³ cfr. www.sadasi.com (accesado 02 de mayo 2014)

terrenos, diseño de proyectos habitacionales económicamente viables, dotación de infraestructura y equipamiento, así como la venta y atención posventa de vivienda económica), se encuentra ubicada al sureste del municipio de Puebla. En la Figura 3.1 se muestra esquemáticamente la localización de este conjunto habitacional en el interior del municipio (ubicado al sur del municipio).

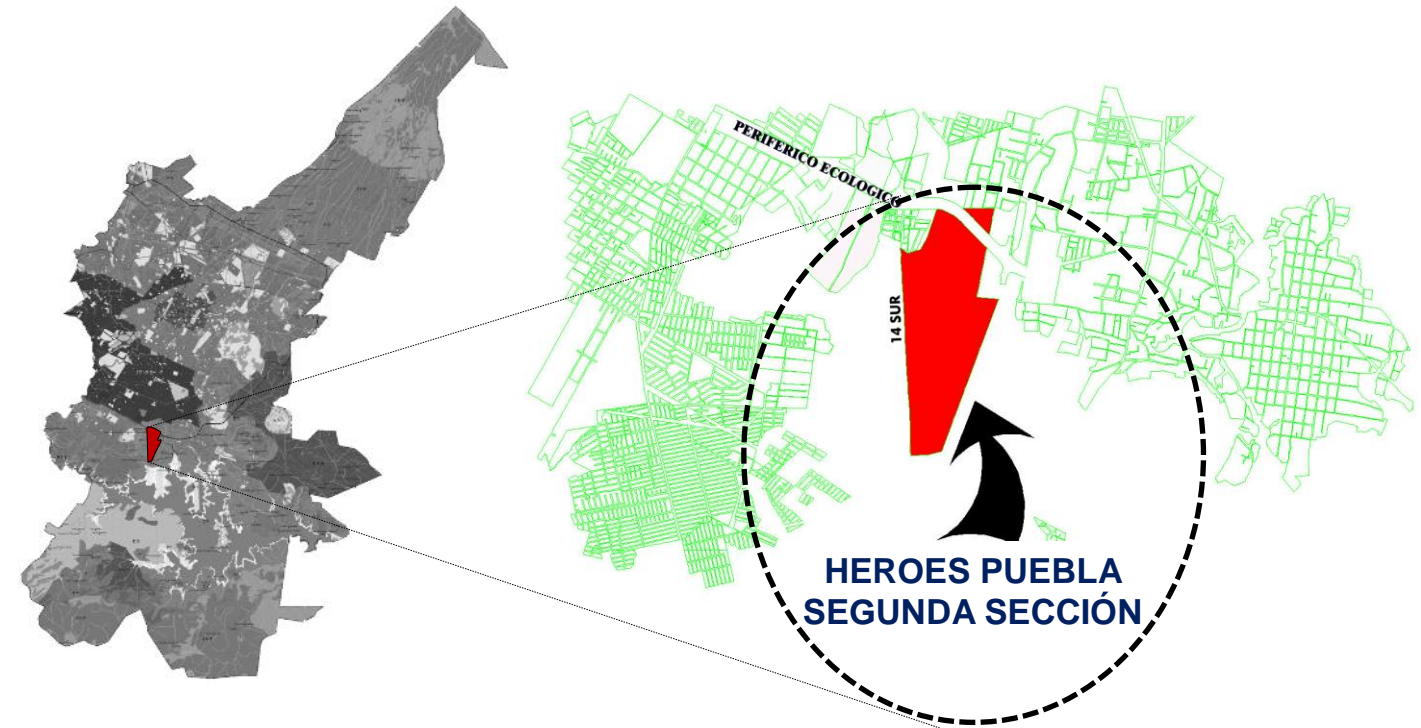


Fig. 3.1 Ubicación del Fraccionamiento Los Héroes Puebla en el municipio de Puebla. Fuente: Equipo tesis

Las colindancias del fraccionamiento son con tres lugares habitados, pero que no necesariamente corresponden a casas de interés social, y con la vialidad anillo periférico. En la Tabla 3.1 se muestra las colindancias que tiene el fraccionamiento, las cuales son las siguientes:

| | |
|------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Al Norte con Anillo Periférico Ecológico | Al Noroeste con Los Héroes Puebla primera sección. |
| Al Este con San Juan Xilotzingo | Al Suroeste con San Miguel. |

Tabla 3.1. Colindancias del fraccionamiento

En la Fig.3.2 se muestra una representación esquemática de las colindancias del fraccionamiento a estudio.

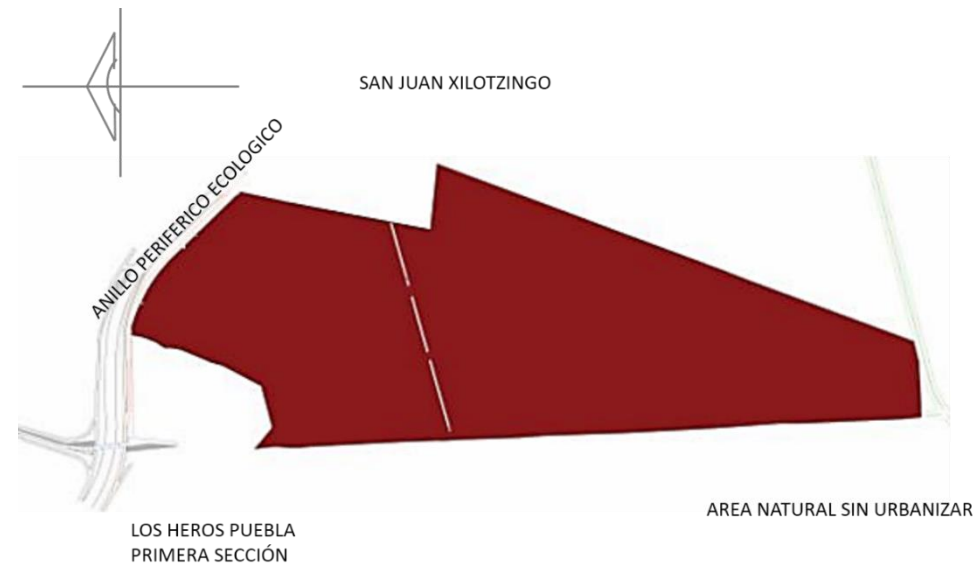


Fig. 3.2 Colindancias de Fraccionamiento Los Héroes Puebla Segunda Sección. Editado por: Equipo tesis

De acuerdo a la Carta Urbana del Municipio Puebla, instrumento que define los usos de suelo en el territorio municipal, el fraccionamiento Los Héroes Puebla (Segunda Sección), se encuentra ubicado en la categoría 3Z-DS (tercera zona de densidad selectiva), que corresponde a vivienda. En la Figura 3.3 se presenta la imagen de la Carta Urbana del municipio de Puebla con esta referencia, además de la simbología que identifica el sitio.

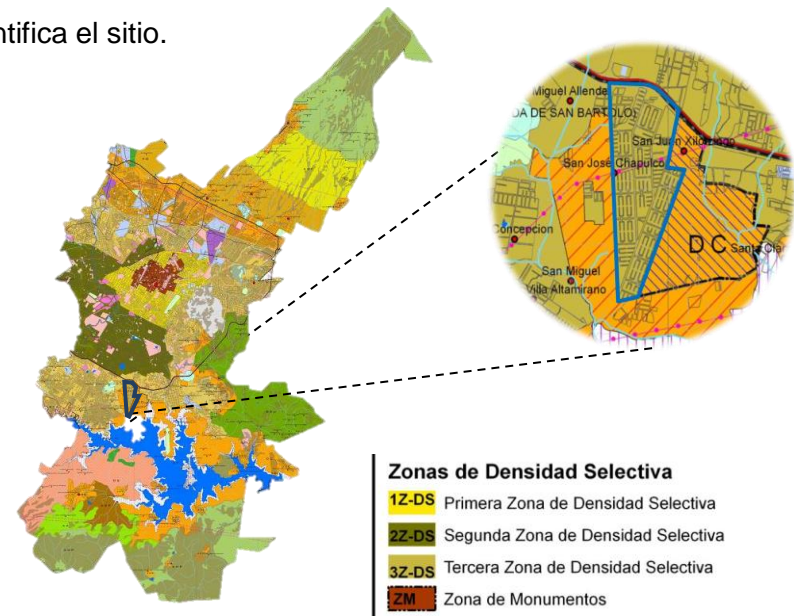


Fig. 3.3 Ubicación del Fraccionamiento Los Héroes Puebla Segunda Sección en la que se indica el tipo de suelo. Editado por: Equipo tesis

Cabe señalar que de acuerdo al Instituto de Información Estadística y Geografía, Delegación de Puebla, el municipio de Puebla cuenta con 17 Juntas auxiliares, el caso de estudio se ubica en la Junta Auxiliar San Francisco Totimehuacan, uno de los asentamientos más antiguos del territorio poblano y cuya densidad de población ha ido en aumento en los últimos años.

Con el fin de contar con un referente sobre la ubicación del Fraccionamiento Los Héroes Puebla, Segunda Sección, en la junta auxiliar y su relación con el Municipio, en la Figura 3.4 se muestra una imagen de la ubicación.

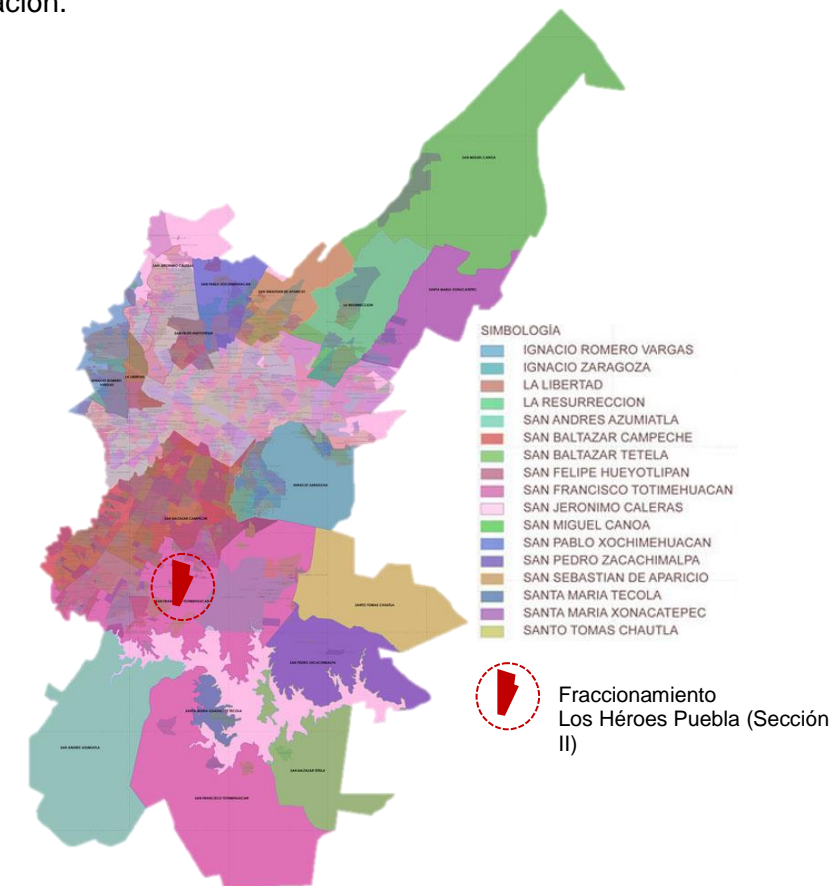


Fig. 3.4 Ubicación del Fraccionamiento Los Héroes Puebla Segunda Sección de acuerdo a las Juntas Auxiliares
Fuente: <http://www.pueblacapital.gob.mx/juntas-auxiliares>

De acuerdo al estudio realizado por el H. Ayuntamiento de Puebla en el periodo 2005-2008, se determinó que la Junta auxiliar de San Francisco Totimehuacan, donde se encuentra el fraccionamiento, fue clasificado en una categoría de deslizamiento bajo, lo que implica riesgos mínimos en cuanto a este tipo de eventualidad, esto se puede observar en la Fig. 3.5.

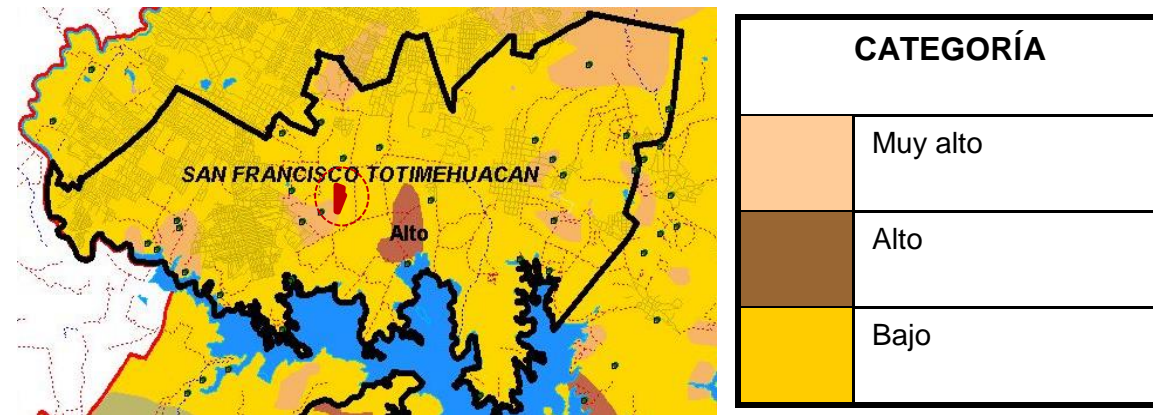


Fig. 3.5 Ubicación del Fraccionamiento Los Héroes Puebla Segunda Sección de acuerdo a categoría de riesgos por deslizamiento. Editado por: Equipo tesis

Bajo esta información, se observa que el fraccionamiento se construyó en una zona con condiciones favorables, más no óptimas, para construir, ya que no corre el riesgo de tener un deslizamiento grave. En la Fig. 3.6 se muestra un deslizamiento representado con un dibujo del lado izquierdo y una fotografía real en la parte derecha de lo que correspondería a un desplazamiento, mismo que generaría afectaciones a todo tipo de construcción.

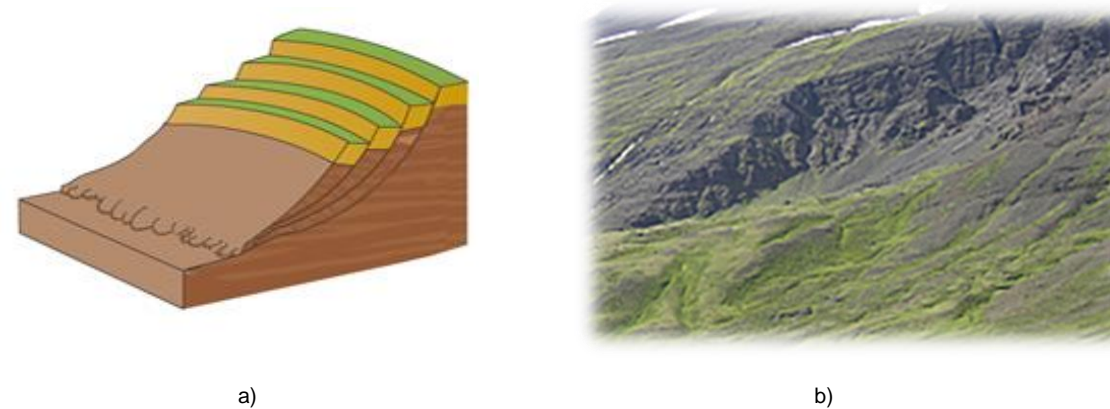


Fig. 3.6. Deslizamiento de la tierra. a). representación esquemática de un deslizamiento. b). Fotografía que representa la imagen de la izquierda. Fuente: <http://biologiaygeologia.org>

Lo que sí impacta en la zona, como en casi todo el territorio municipal, es el alto grado de sismicidad; de acuerdo al estudio realizado por el H. Ayuntamiento en el mismo periodo de tiempo previamente mencionado, el fraccionamiento se encuentra en una zona considerada de alta vulnerabilidad sísmica, por lo que en caso de un sismo de intensidad media y/o media alta, se verán afectadas las estructuras de edificaciones, y puede presentarse roturas de vidrios, desprendimiento de aplanados y hasta colapso de muros. En la Fig. 3.7 se muestra el grado de sismicidad en la Junta auxiliar de San Francisco

Totimehuacan, lugar donde como ya se mencionó anteriormente, pertenece el fraccionamiento de análisis.

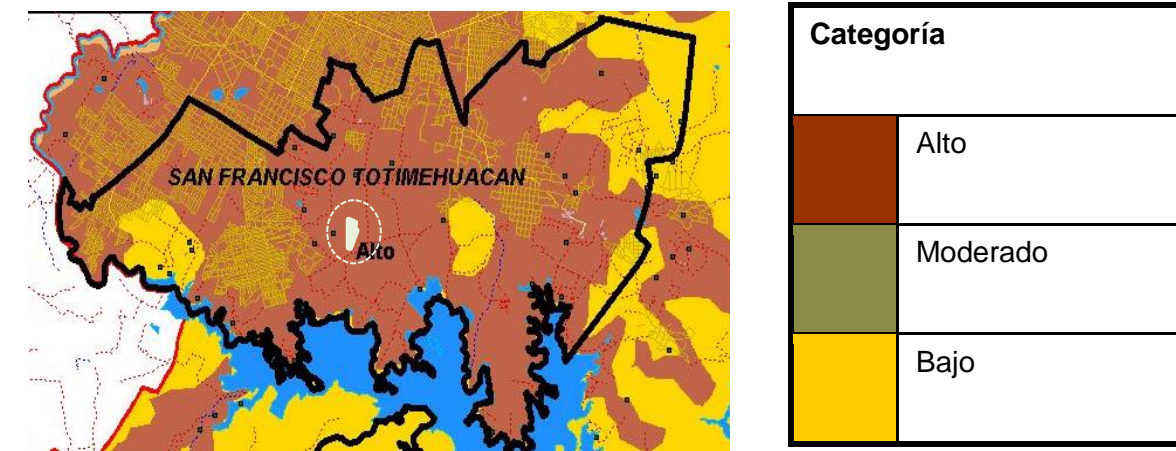


Fig. 3.7 Ubicación del Fraccionamiento Los Héroes Puebla Segunda Sección de acuerdo al Grado de Sismicidad. Editado por: Equipo tesis

Así mismo, la autoridad municipal da otros referentes de riesgo que se deben conocer, como el hundimiento, mismo que se encuentra en la categoría de alto grado (representado en la Figura 3.8), lo que puede provocar que de un momento a otro la tierra pueda hundirse afectando a edificaciones, vegetación, vialidades y mobiliario urbano entre otros.

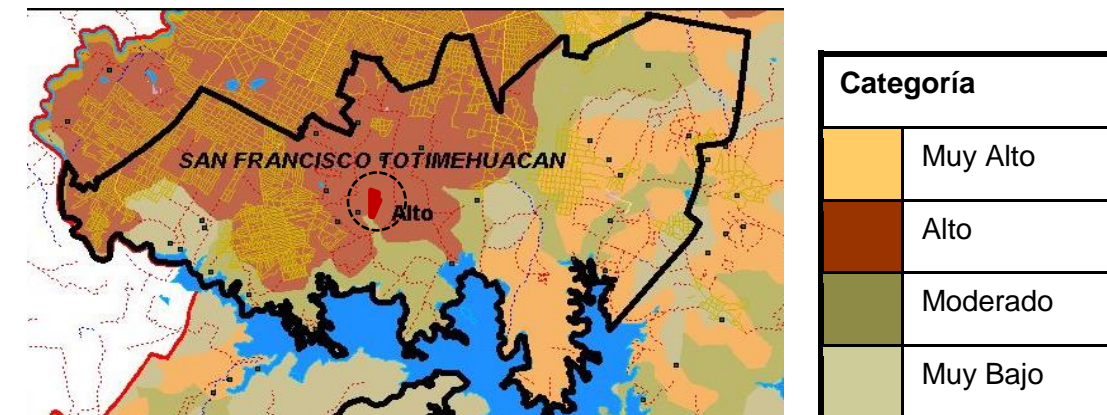


Fig. 3.8 Ubicación del Fraccionamiento Los Héroes Puebla Segunda Sección de acuerdo a la categoría de hundimiento. Editado por: Equipo tesis

En la Figura 3.9 se muestra la imagen de un hundimiento en avenida, que afecta a la circulación de vehículos, y en otro aspecto, a personas que transitan por ese lugar, mismo que pudiera suceder en el fraccionamiento de estudio de acuerdo a lo mencionado en el párrafo anterior.



Fig. 3.9. Hundimiento de avenida. Fuente: <http://www.xeu.com.mx/imgprincipal/531242.JPG>

De acuerdo al Prontuario del INEGI, sección Puebla, el relieve que presenta la zona donde se ubica el fraccionamiento caso de estudio, es llanura de piso rocoso o cementado, tal como se puede apreciar en la Figura 3.10 que muestra el mapa de relieve del municipio de Puebla, dividido por colores de acuerdo al tipo de relieve, en la que se resalta con un círculo el fraccionamiento.

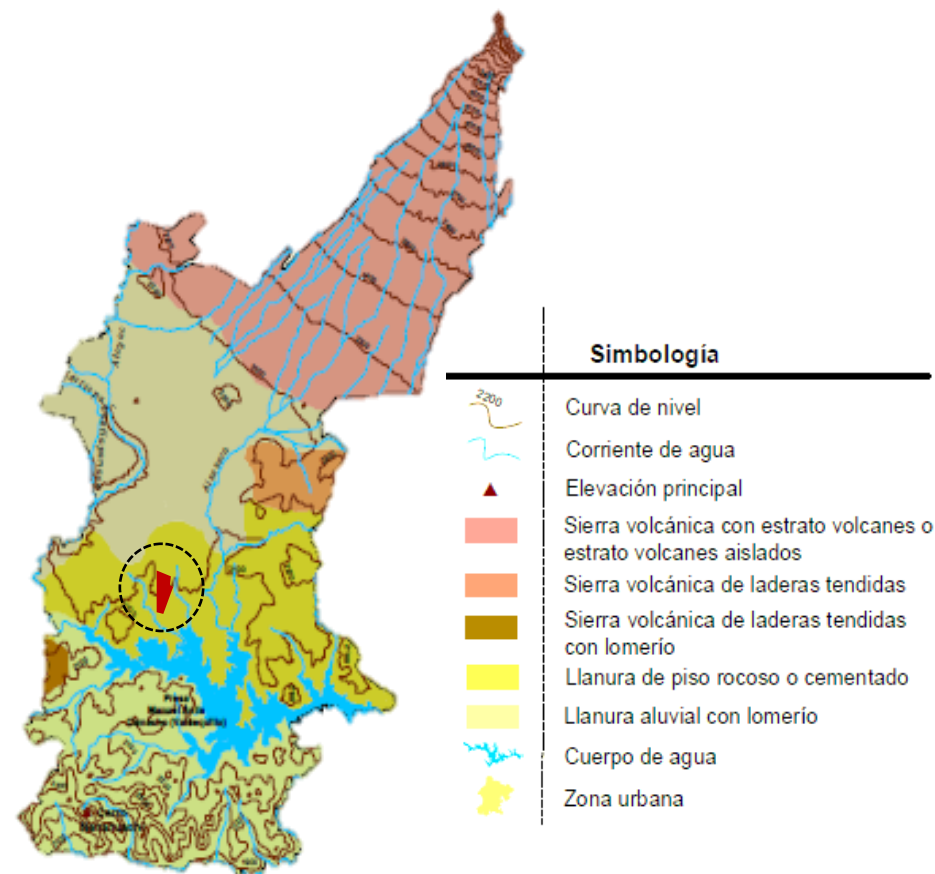


Fig. 3.10 Relieve al cual corresponde el fraccionamiento el cual es: piso rocoso o cementado. Editado por: Equipo tesis

El municipio de Puebla cuenta con una estructura vial radio céntrica, esto quiere decir que parten del centro y permiten la entrada y salida del centro urbano de forma radial a través del viario como bulevares, avenidas, y calles. Cabe señalar que las avenidas sirven para ordenar el crecimiento en el centro de la ciudad, ya que en la periferia estas avenidas no son radiales sino irregulares debido al crecimiento poco ordenado de los asentamientos que vienen surgiendo. Una de estas vialidades reconocida como arteria de primer orden es el Anillo Periférico Ecológico, como se especifica en la Tabla 3.1, vialidad que circunda a la ciudad con el fin de agilizar la conexión de tres de los puntos cardinales, evitando ingresar a la parte consolidada de la ciudad, si no es necesario. Esta vialidad es la principal por la que se accede al fraccionamiento, a partir de una vía lateral, que conduce a vialidades secundarias como la Prolongación de la 14 sur, calles 16 y 18 Sur, siendo estas últimas las que mejor permiten el acceso al fraccionamiento de estudio.

En la Figura 3.11 se muestra una imagen en la que se indica las vialidades y accesos secundarios al fraccionamiento de interés, a partir de la lateral del Anillo Periférico Ecológico.

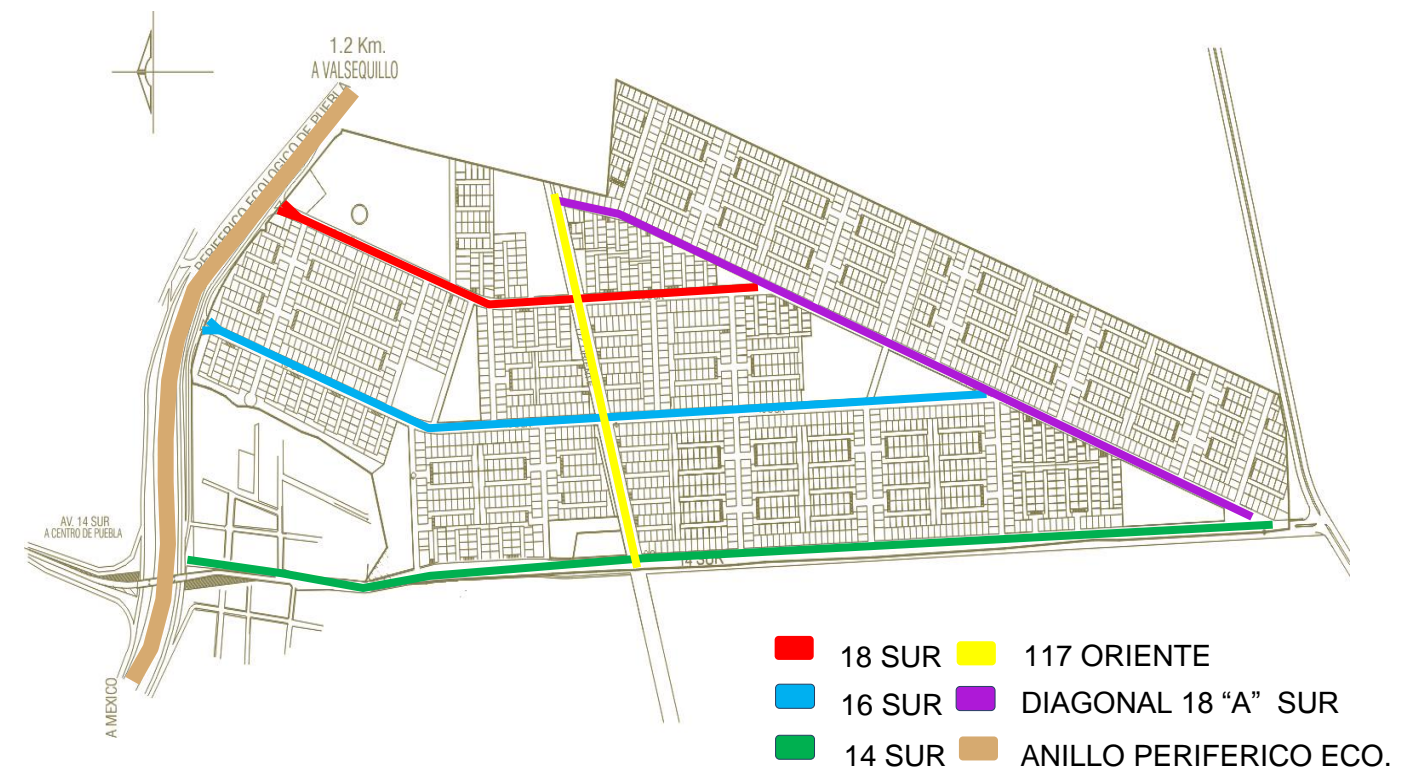


Fig. 3.11. Se muestra las vialidades y accesos secundarios a partir de la lateral del Anillo Periférico Ecológico. Editado por: Equipo tesis

3.2 Análisis del sitio

El análisis del sitio corresponde al estudio del fraccionamiento Los Héroes Puebla (Segunda Sección), que es donde se ubica el inmueble (casa-habitación), empleado para el estudio de "Condiciones de habitabilidad sonora para el mejoramiento de la vivienda de interés social". Los puntos a desarrollar tienen que ver con la delimitación del fraccionamiento de estudio, traza urbana, forma de los predios y servicios entre otros aspectos más.

La traza corresponde a la disposición de lotes y avenidas o calles que dan forma al fraccionamiento y que depende de la topografía del sitio. Es así que nos encontramos con un polígono irregular que aparentemente forma un triángulo escaleno en el que las vialidades de penetración son paralelas a los lados más largos del triángulo, a partir de las cuales se distribuyen otras vialidades secundarias y terciarias, dando acceso a los lotes. En la Figura 3.12 se muestra la delimitación del Fraccionamiento.

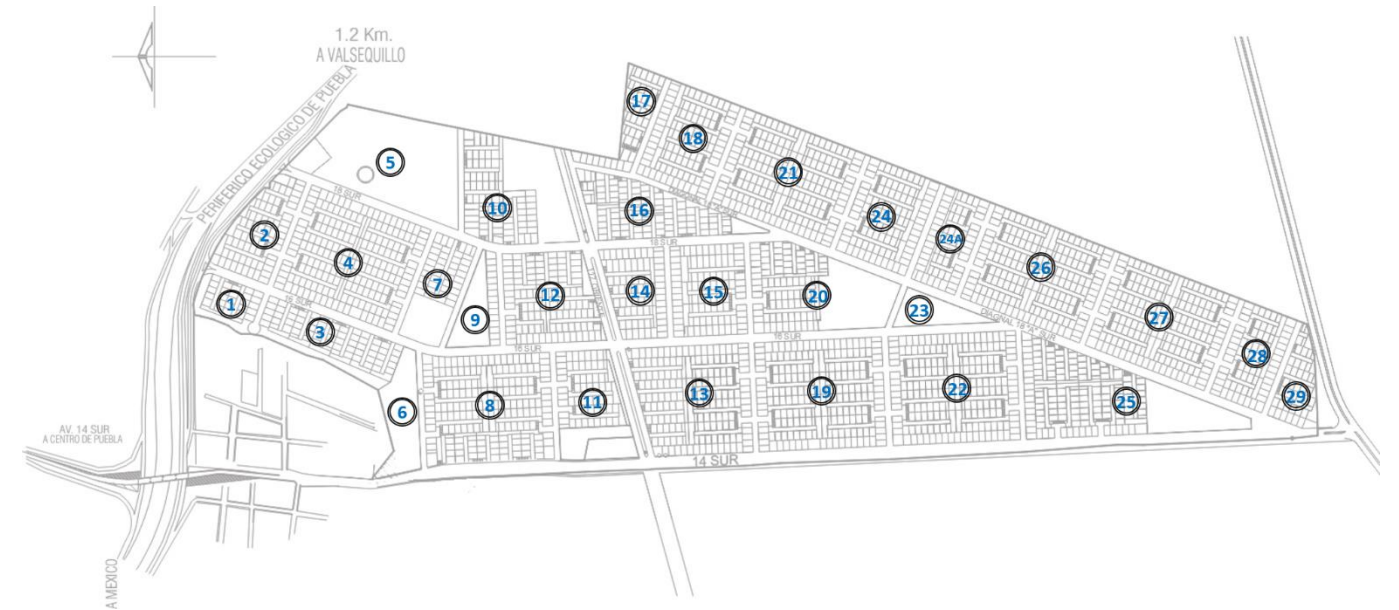


Fig. 3.13. Traza urbana del fraccionamiento a estudio con el total de manzanas que resultaron. Editado por: Equipo tesis

Como se mencionó anteriormente la forma de las manzanas son irregulares, y de diferentes medidas. Por lo cual se hizo un recabado de dichas formas. En la Tabla 3.2 se muestra las variaciones de las mismas.

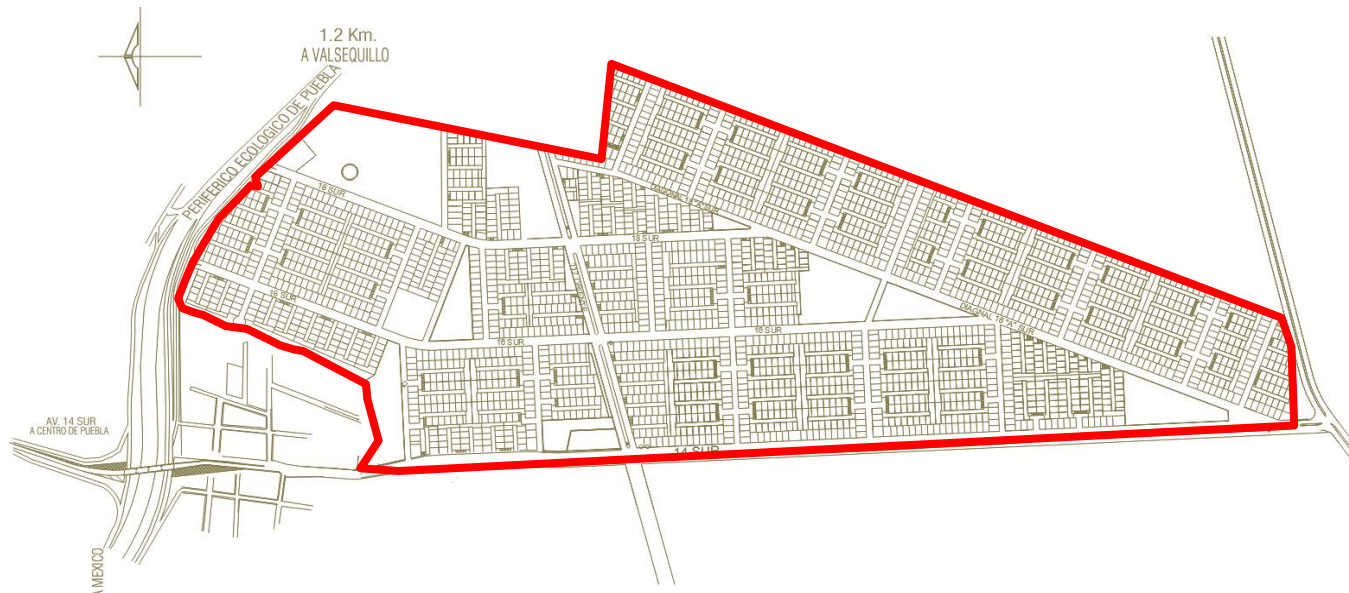


Fig. 3.12. Polígono que limita Los Héroes Puebla segunda sección. Editado por: Equipo tesis

En la Figura 3.13 se muestra la forma de la traza urbana dentro del fraccionamiento, la cual es reticular. Adicionalmente se enumeró a cada una de las manzanas para saber cuántas conforman el fraccionamiento, las cuales resultaron un total de 29 con formas irregulares por sus medidas y formas diferentes; cada una de las manzanas cuenta con estacionamiento para visitas de 2.50 m de ancho.

| FORMAS DE LAS MANZANAS DEL FRACCIONAMIENTO LOS HEROES (II) | | | | | | |
|------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

Tabla. 3.2. Se muestra las formas irregulares de las manzanas que hay en el fraccionamiento. Editado por: Equipo tesis

Los predios de las casas son de forma rectangular, con medidas de 17.50 m x 3.00 m, y presentan área verde en los extremos, concentrándose la edificación de las casas en medio de las dos áreas verdes. En la Figura 3.14 se muestra, del lado derecho, el predio, y del izquierdo como es la distribución de la casa y de las áreas verdes.

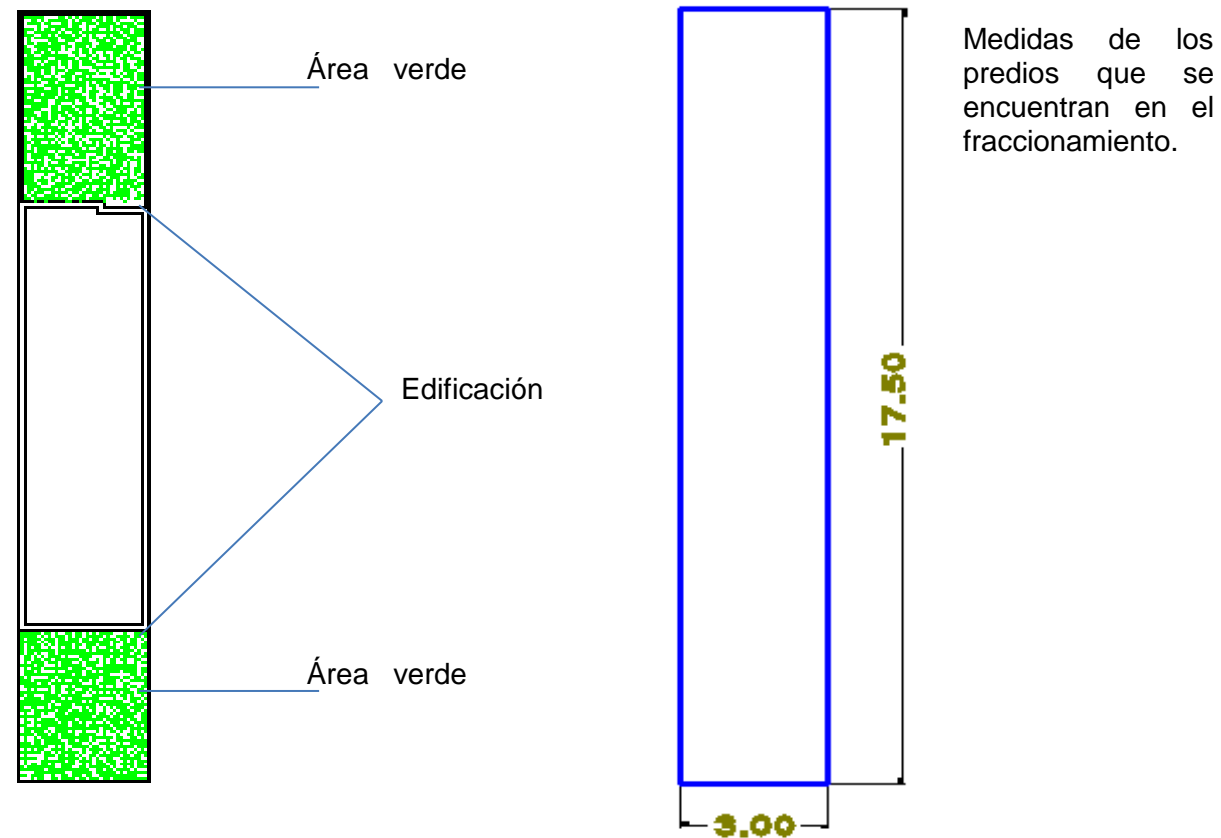
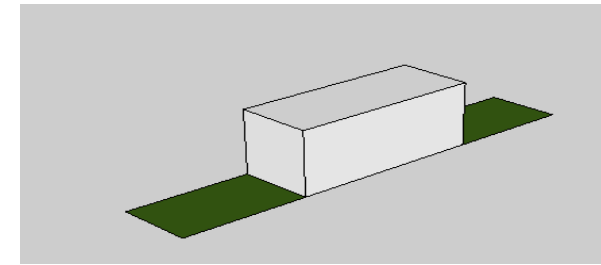


Fig. 3.14. Medida y distribución de la relación construcción- área verde. Editado por: Equipo tesis

El volumen de la construcción es de dos formas, mismas que corresponden a un solo nivel o la de dos niveles. En el Figura 3.15 se representa los ejemplos de cada uno de ellos. Además, se puede observar los colores que predominan en los exteriores de las viviendas los cuales son: verde o color melón.

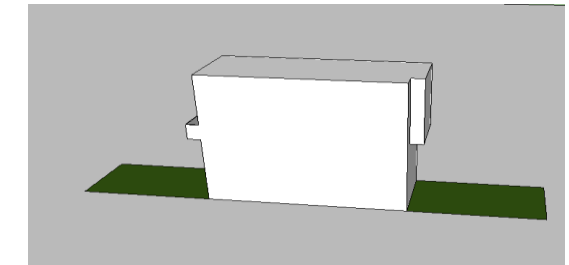


1 NIVEL

En la parte superior se encuentra un esquema del tipo de vivienda en el fraccionamiento y en la parte inferior la foto de una casa tipo de 1 nivel.

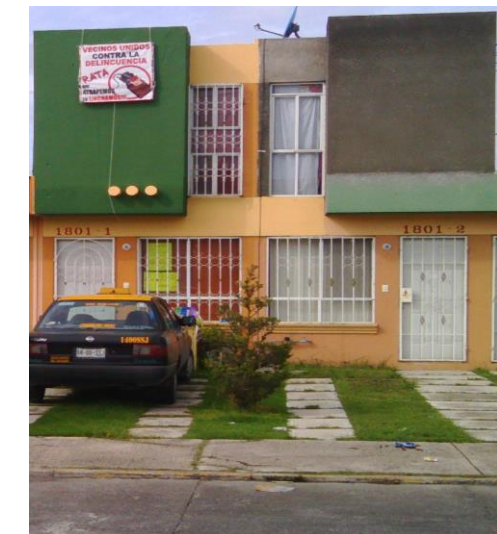


a)



2 NIVELES

En la parte superior un esquema del tipo de vivienda de 2 niveles, y en la parte inferior la foto de viviendas de 2 niveles.



b)

Fig. 3.15. Se representa con volúmenes y fotografías la forma en la que se encuentran las viviendas que son de 1 y 2 niveles. a). Representación de la vivienda un solo nivel. b). Representación de la vivienda de dos niveles (caso de estudio). Fuente: Equipo tesis

Sin embargo las casas no se han mantenido en su forma original, ya que algunos propietarios han modificado las mismas, alterando la fisonomía con la que se hizo originalmente el fraccionamiento, y transformando las condiciones de habitabilidad del mismo. En la Figura 3.16 se muestran dos imágenes de ampliación y/o remodelación de la vivienda, una ya existe en la que se observa modificaciones de forma y color de la vivienda, mientras la otra está en proceso.



a) b)

Fig. 3.16. Se representa la remodelación de las viviendas. a). Remodelación de la vivienda en color y en niveles. b). Remodelación en proceso a 3 niveles. Fuente: Equipo tesis

Las calles y avenidas de penetración y distribución del fraccionamiento, no presentan las mismas medidas, si no que presenta cierta diversidad, hecho que condiciona las condiciones de las viviendas. Las medidas de los accesos secundarios, es decir, de las calles 16 y 18 Sur, y prolongación 18 sur, tienen una dimensión de 14 m, con doble sentido, por lo que se emplean carriles de igual ancho, es decir, de 7 m. En la Figura 3.17 se ejemplifica éstas avenidas.

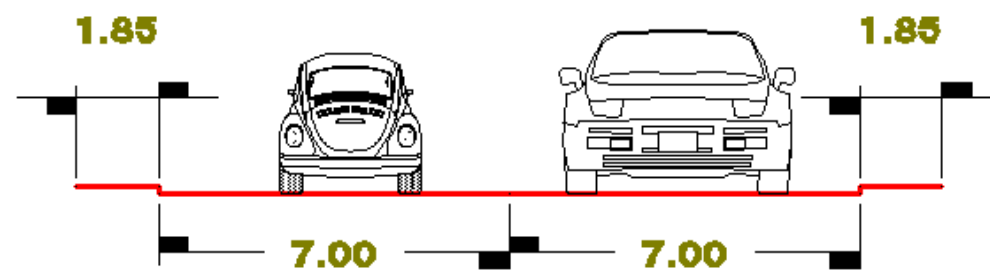


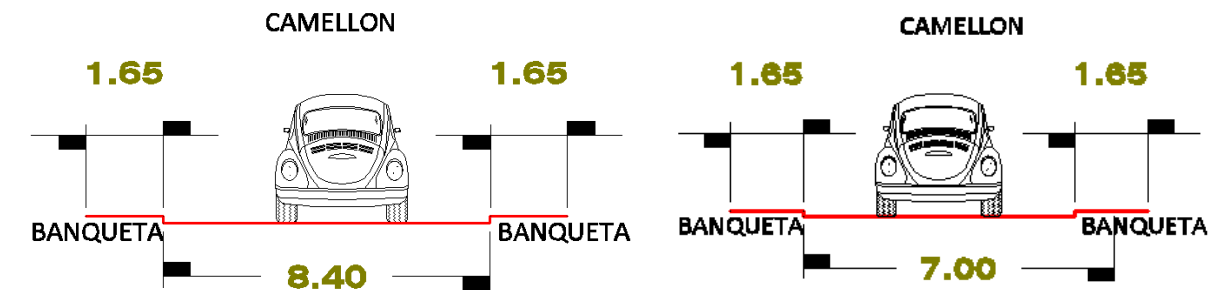
Fig. 3.17. Medidas de la avenida 16 sur, 18 sur y prolongación 18 sur. Fuente: Equipo tesis

Sin embargo la avenida 117 Oriente tiene un área de estacionamiento, entre cada camellón, de 7 m de ancho; el estacionamiento entre estos camellones mide 11.70 m, sumando una distancia total de 26 m, incluyendo la guarnición de 0.15 m de ancho, que limitan al estacionamiento. Esto se ilustra en la Figura 3.18.



Fig. 3.18. Medidas de la avenida 117 oriente. Fuente: Equipo tesis

Las calles tipo tienen 2 medidas diferentes, la primera corresponde a 8.40 metros, mientras que la segunda es de 7 metros ver Fig. 3.19.



a) b)

Fig. 3.19. Se representa las medidas de las vialidades tipo. a). Dimensión de una de las dos medidas tipo que se encontraron en el fraccionamiento. b). Dimensión de la segunda medida tipo que se encontraron en el mismo. Fuente: Equipo tesis

Las banquetas son una vía peatonal para los habitantes del fraccionamiento, tienen dos dimensiones diferentes, la primera es de 1.85 metros que corresponde a las avenidas 16 sur, 18 sur y 117 oriente, la segunda es de 1.65 metros que corresponde al resto de las avenidas y calles tipo. Esta diversidad no tiene una justificación aparente, sino que se fue dando de acuerdo a la distribución de las manzanas y lotes que forman el fraccionamiento.

En cuanto al mobiliario urbano, destaca el alumbrado público, mismo que es a base de lámparas de diferentes diseños que se han colocado en todo el fraccionamiento habiendo una distancia de 36 metros entre luminaria y luminaria. Algunas de éstas, se muestran en la Figura 3.20.



Fig. 3.20. Representación de los tipos de luminarias con los que cuenta el fraccionamiento. a). Luminaria de globo. b).Luminaria tipo. c). Luminaria de campana. Fuente: [Equipo tesis](#)

En cuanto a los postes de energía eléctrica, éstos son de concreto y se distribuyen por todo el fraccionamiento, con una distancia entre ellos de 48.30 m. En la Figura 3.21 se muestra la colocación de alguno de ellos.



Fig. 3.21. Poste de luz en las avenidas del fraccionamiento. Fuente: [Equipo tesis](#)

De igual manera el fraccionamiento tiene señalética informativa y restrictiva, como se observa en las imágenes donde destaca la señalética de velocidad, cruce peatonal y cruce de discapacitados.



Fig. 3.22. Señalética con la que cuenta el fraccionamiento. a). Señalética de la velocidad a la que pueden circular los carros dentro del mismo. b). Señalética de paso peatonal. Fuente: [Equipo tesis](#)

En el entorno urbano se tienen varios tipos de equipamientos con los que cuenta el fraccionamiento, los cuales están relacionados con el ruido presente en el fraccionamiento. A continuación en la Tabla 3.3 se presenta parte del equipamiento y servicios cercanos al Fraccionamiento.

| PROLONGACION 14 SUR | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| COMERCIO ESPECIALIZADO | | |
| FARMACIA GUADALAJARA | FARMACIA SIMILARES | |
|  |  | |
| TIENDAS DE CONVENIENCIA Y OFICINAS | | |
| BODEGA AHURRERA | OXXO | CFE |
|  |  |  |

| AV 117 ORIENTE | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| EQUIPAMIENTOS COMERCIALES Y DE SERVICIO | | |
| COMERCIO | PLAZA | SOAPAP |
|  |  |  |
| AREA DE RECREACION | | |
|  | | |

| SERVICIOS | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| OXXO | SUPER CITY | PLAZA COMERCIAL |
|  |  |  |
| EDUCACION | | AREA DE RECREACION |
| ESCUELA PRIMARIA | PARQUE | PARQUE |
|  |  |  |

| 18 SUR | |
|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| SERVICIOS | |
| PLAZAS | |
|  |  |
| RECREACION | OTRO |
| PARQUE | ESTANCIA INFANTIL |
|  |  |

| 16 SUR | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| COMERCIO Y TIENDAS DE CONVENIENCIA | | |
| PLAZA | PLAZA | OXXO |
|  |  |  |
| EDUCACIÓN | | |
| JARDIN DE NIÑOS | PRIMARIA | SECUNDARIA |
|  |  |  |
| JARDIN DE NIÑOS | | SALUD FARMACIA |
|  |  | |

Tabla 3.3. Se presenta parte del equipamiento cercano al fraccionamiento. Fuente: Equipo tesis

Otros elementos urbanos presentes son las redes de agua potable, drenaje, alcantarillado, teléfonos públicos, etc. El transporte público sin duda está presente, siendo las rutas 33, 72, 25, 8 y el STU las que dan el servicio.

| SERVICIOS COMPLEMENTARIOS | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| GASOLINERIA | AGUA POTABLE | TELEFONOS PUBLICOS | |
|  |  |  | |
| DRENAJE Y ALCANTARILLADO | LINEAS DE TELECOMUNICACIONES | ELECTRICIDAD | |
|  |  |  | |
| TRANSPORTE | | | |
| RUTA 33 | RUTA 72 | RUTA 25 | RUTA 8 |
|  |  |  |  |

Tabla 3.4. Se presenta elementos urbanos dentro del fraccionamiento. Fuente: Equipo tesis

Adentrándonos al tema que nos ocupa, debemos establecer que la casa que se utiliza en el estudio, corresponde a la ubicada en la manzana No. 14 (de acuerdo a los planos de la tercera relotificación realizada por grupo SADASI); se localiza entre las avenidas 117 Oriente y 117 A oriente, sobre la avenida 18 sur, siendo una de las manzanas más regulares del fraccionamiento, ya que casi forma un rectángulo. La vivienda se encuentra en el extremo inferior de la manzana No. 14 en el lote No. 14 sobre la avenida 18 sur, el número oficial 11713 No. 4. Esto se ilustra en la Fig.3.23

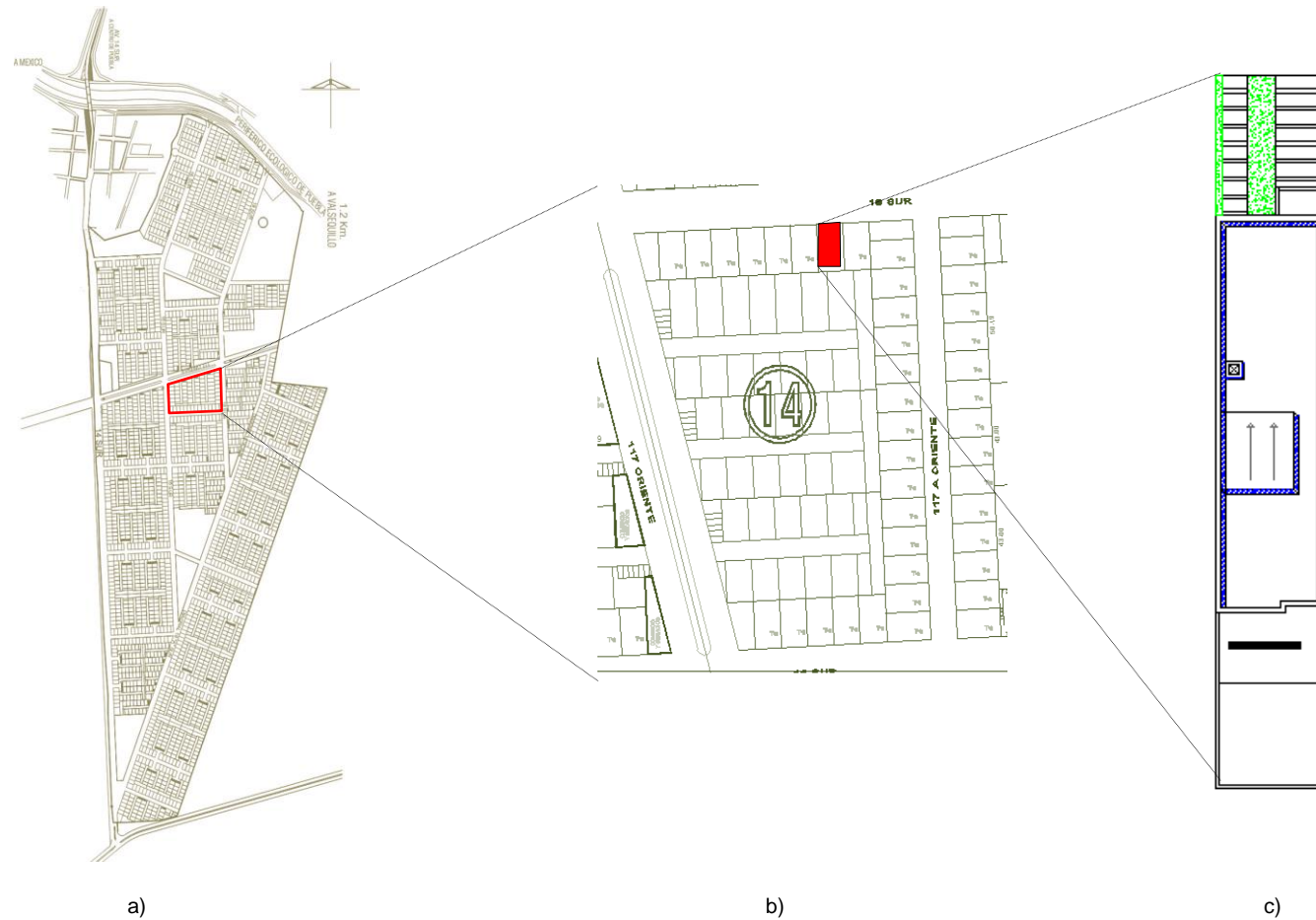


Fig. 3.23. Ubicación de la vivienda a estudio dentro del fraccionamiento. a). Mapa del Fraccionamiento Los Héroes Puebla segunda sección. b).Manzana N° 14 en la que se ubica la casa a estudio. c).Vivienda a estudio. Fuente: Equipo tesis

Cabe señalar que sobre la avenida 18 Sur accede la ruta 33 desde la 06:00 y hasta las 22:00 horas, por lo que durante el día ésta será una fuente sonora móvil constante, misma que afecta la habitabilidad sonora al interior de la vivienda. Mencionando que esta línea de transporte tiene 3

diferentes rutas, por lo que aumenta el número de veces que pasan los vehículos frente al inmueble de análisis.

Dentro del asoleamiento tenemos que la fachada principal de la casa se orienta hacia el Este y la fachada posterior hacia el Oeste, por lo que en las mañanas los rayos del sol inciden directamente sobre la fachada principal, mientras que por las tardes esto ocurre sobre la fachada posterior. En estas condiciones ambientales se tiene que todo el día está el Sol sobre la casa, provocando que al interior de la misma se tenga una temperatura relativamente alta (27° a 30°C), lo que obliga a tener abiertas las ventanas, hecho que ocasiona que el ruido exterior entre y afecte la habitabilidad sonora. En la Figura 3.24 se muestra un esquema de la dirección del asoleamiento.

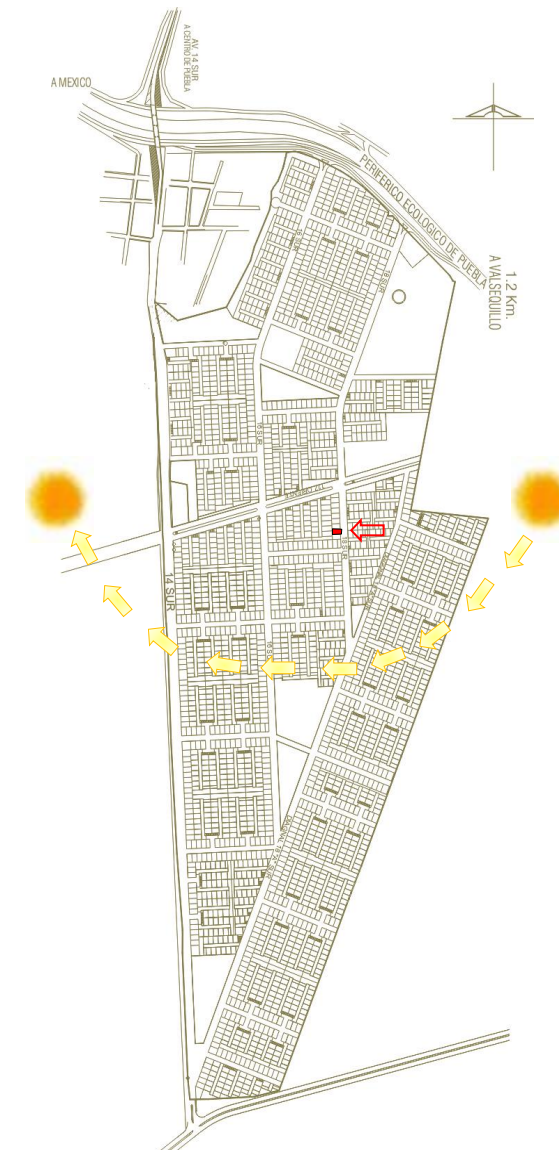


Fig. 3.24. Asoleamiento que tiene la casa habitación. Fuente: Equipo tesis

Los vientos dominantes en la vivienda son de Sureste a Noroeste, lo que permite la ventilación de la vivienda ya que los vanos por los que se ventila se encuentran en las fachadas principal y posterior, logrando una ventilación cruzada, que de acuerdo a la norma es la mejor. Sin embargo, el ruido que provocan los automóviles o cualquier otra fuente sonora exterior de ruido fija o móvil, se transmitirá con más facilidad ya que las ondas sonoras viajarán con mayor facilidad en el mismo sentido que el viento. En la Figura 3.25 se muestra el esquema de los vientos dominantes en el fraccionamiento.

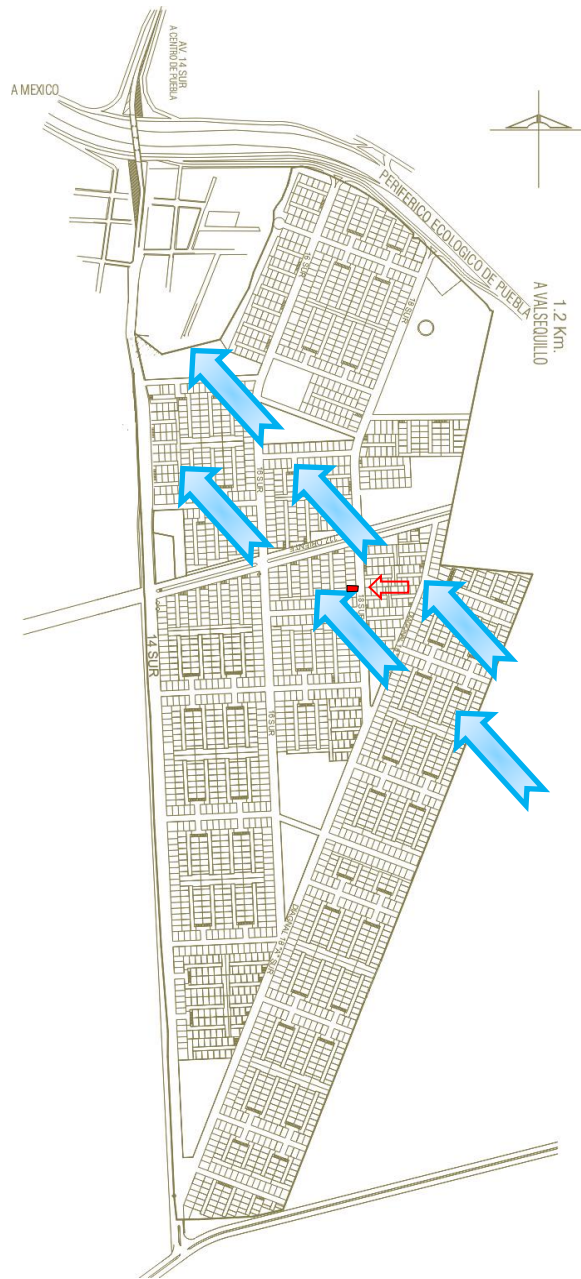


Fig. 3.25. Vientos dominantes sobre la casa habitación. Fuente: Equipo tesis

3.3 Características constructivas de la vivienda

El predio donde se ubica la casa tiene forma rectangular, como se menciona con anterioridad, sus dimensiones son 3.0 m en la parte frontal de la casa por 17.5 m en la parte lateral de la misma, de los cuales 2.0 m son utilizados para el patio de servicio y 5.5 m corresponde al garaje o cochera. Por lo tanto, las dimensiones que ocupa la casa son 3.0 m de ancho x 10.0 m de largo. En la Figura 3.26 se muestra la forma de la vivienda así como las dimensiones mencionadas.

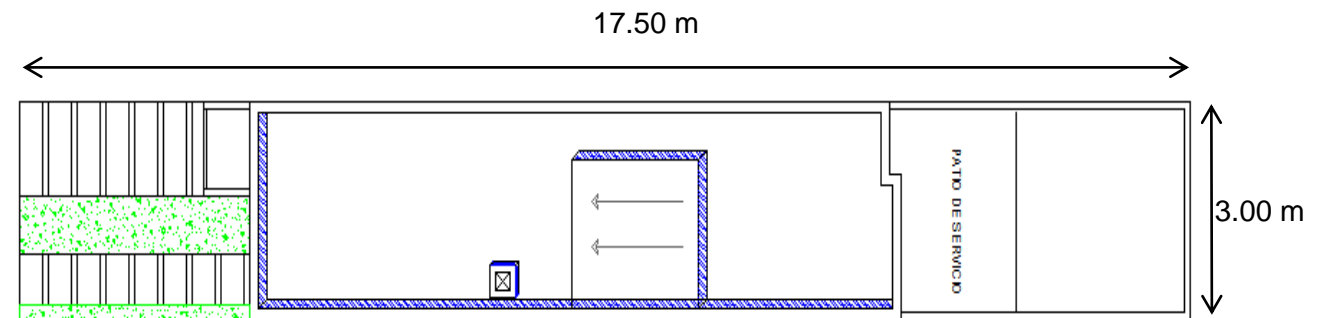


Fig. 3.26. Dimensiones y forma de la casa a estudio. Fuente: Equipo tesis

La tipología constructiva empleada por la constructora SADASI para las viviendas del fraccionamiento Los Héroes Puebla, Segunda Sección, es la que habitualmente emplean, consistiendo de un sistema constructivo totalmente industrializado para la edificación de muros y losas, basándose en un procedimiento que consiste en el armado de moldes modulares que permiten el vaciado de concreto premezclado, reduciendo así el tiempo de construcción; sin embargo, estos materiales no tienen un tratamiento adecuado para evitar la emisión del ruido, por lo que sus propiedades de absorción, reflexión y transmisión del ruido son variables y comúnmente no las mejores para alcanzar una calidad apropiada.

En cuanto a la distribución espacial de la vivienda, encontramos los siguientes componentes espaciales:

PLANTA BAJA

- 1.- Sala - Comedor
- 2.- 1/2 Baño
- 3.- Cocina
- 4.- Cajón fijo de estacionamiento

5.- Patio de servicio

PLANTA ALTA

6.- Recamara 1 (balcón y área de closet)

7.- Recamara 2 (área de closet)

8.- Baño

9.- Cubo de escaleras

Cabe señalar que el programa arquitectónico tiene posibilidades de crecimiento a partir de otros componentes espaciales denominados crecimiento proyectado a futuro, que son:

CRECIMIENTO PROYECTADO A FUTURO

10.- Recamaras 3 y 4 (con are de closet)

11.- Baño

12.- Cubo de escaleras

La vivienda de estudio no cuenta con la construcción proyectada a futuro, por lo que solo cuenta con dos niveles. En la Figura 3.27 se muestra la distribución de los espacios tanto en planta baja, como segundo nivel, así como la propuesta de un tercer nivel que es opcional.



Figura 3.27. Proyección a futuro. Fuente: <http://i.anunciosya.com.mx>.

En la Tabla 3.5 se muestra las dimensiones de cada uno de los espacios mencionados en el programa arquitectónico que tiene la vivienda, estos espacios tienen las mínimas dimensiones por lo que puede contribuir a la fácil transmisión del ruido de una casa a otra.

| ÁREA DE ESPACIOS ARQUITECTÓNICOS CON LOS QUE CUENTA LA CASA | | | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------|------------------------------|
| Sala - comedor | Escaleras | Cocina | Recamara 1 | Recamara 2 | Baño | Patio de servicio | Área total en m2 | Área total en m2 construidos |
| 15.92 m ² | 4.12 m ² | 8.69 m ² | 8.80 m ² | 10.70 m ² | 4.00 m ² | 5.80 m ² | 45.50 m ² | 70.80 m² |

Tabla 3.5. Se presenta el área de cada uno de los espacios que conforma la casa habitación. Fuente: Equipo tesis

Como se puede observar de la información anteriormente presentada, el espacio de mayor dimensión es la sala comedor, seguida por la recamara 2, los demás espacios están en un mismo rango de 8 metros. Con estas dimensiones y considerando el mobiliario que puede tener la casa de acuerdo a la proyección de la propuesta, las condiciones de habitabilidad varían, así como la manera en que el ruido se hace presente en cada una de las habitaciones.

La altura de las habitaciones es otro factor que interviene y/o coadyuva a la transmisión del ruido, pues como se mencionó en el capítulo anterior, el ruido generado en un espacio construido con materiales de menor densidad, mayor será la transmisión de sonido, por lo que también es de importancia considerar la altura de los interiores, que es de 2.3 m y homogénea para los dos niveles y, si es necesario, la altura total de la casa, que es de 5.5 m. Vale la pena mencionar que ambas losas, la de entepiso y la de azotea tienen un espesor de 0.12 m. Esta información se representa en la Figura 3.28.

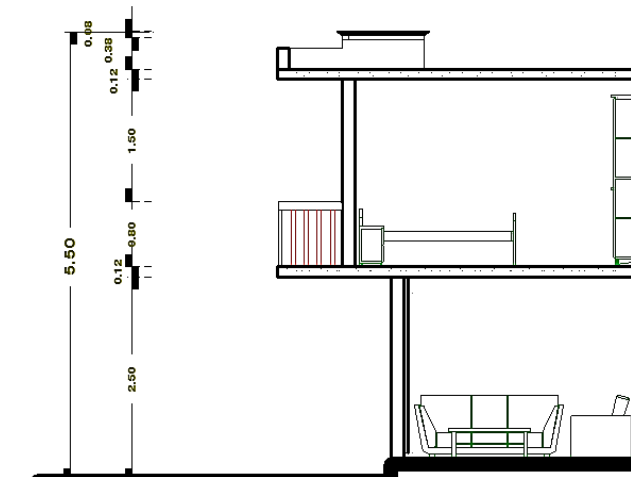


Fig. 3.28. Detalle del corte X-X', especificando las medidas de las alturas. Fuente: Equipo tesis

En cuanto a las características constructivas, que pueden contribuir a la mitigación o no del ruido, encontramos la siguiente información que se concentra en la tabla 3.6, misma que se estructura a partir del levantamiento de materiales realizado.

| ESTRUCTURA DE LA VIVIENDA | | |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Losa de cimentación | Placa de concreto armado con espesor de 20 cm apoyada sobre el terreno, sustituyendo la mampostería a base de piedra braza, empleada para soportar muros, castillos y columnas. |  |
| Muros | Los muros son medianeros, esto significa que se encuentra edificados al límite de dos viviendas contiguas, con un espesor de 10 cm, están contruidos con tabique rojo recocido y junteado con mortero de cemento-arena en proporción (1:4). El junteado es de 1.5cm de espesor. |  |
| Losa | La losa es de concreto armado. El concreto con una resistencia de $f'c=200$ kg/cm ² , cuya proporción es 1:2:3 (cemento-arena-grava). La grava es de 3/4. El espesor es de 10.00 cm. |  |
| Herrería | Las ventanas son de perfiles de aluminio esmaltado color blanco con vidrio claro de 3mm de espesor, con protecciones del mismo color. Cabe señalar que la casa habitación cuenta con 3 ventanas de 1.5x1.5m y otra de 0.50x 0.40cm y 2 puertas de acceso al interior, una en la fachada frontal y otra en la fachada posterior. Esto es muy importante porque influyen las dimensiones de los vanos por los cuales puede transmitirse el sonido. |  |

Tabla 3.6. Se presenta los materiales con lo que se construyó la casa habitación. Fuente: [Equipo tesis](#).

De los datos presentados podemos establecer que las condiciones de los muros y las losas, así como su grosor contribuyen a la transmisión del ruido de una casa a otra. El tipo de cimentación (losa de cimentación), que comparten generalmente 3 viviendas, permite la transmisión del ruido de una vivienda a otra.

De los datos presentados podemos establecer que las condiciones de los muros y las losas, así como su grosor contribuyen a la transmisión del ruido de una casa a otra. El tipo de cimentación (losa de cimentación), que comparten generalmente 3 viviendas, permite la transmisión del ruido de una vivienda a otra.

En la Tabla 3.7 se muestran los acabados interiores y exteriores de la vivienda de estudio, los cuales es importante mencionar y considerar, pues las características de tales acabados contribuyen a la mitigación y/o propagación del ruido, en el modo de transmisión, absorción y atenuación, ya que el comportamiento de las ondas sonoras al interior de la casa suelen tener efectos diferentes de acuerdo a los acabados.

| ACABADOS DE LA VIVIENDA | | |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Muros interiores | El acabado interior del muro es rastreado de yeso en muros con tirol planchado para recibir sellador vinílico. Pintura esmalte en baño y azulejo 20x25cm en la regadera del baño. |  |
| Muros exteriores | El acabado exterior es aplanado fino con mezcla y pintura vinílica (dos manos). |  |
| Plafones interiores | Rastreado de yeso para recibir tirol rustico en todas las habitaciones. En el baño es yeso terminado fino, acabado con pintura esmalte a dos manos. |  |
| Pisos interiores | Acabado en loseta vinílica de 30x30 cm, con remates en muros de zoclo vinílico de 7cm. |  |

Tabla 3.7. Se presenta los acabados de la casa habitación. Fuente: [Equipo tesis](#)

De lo anterior se puede observar que en el fraccionamiento los usos de suelo, los servicios de transporte y las actividades que se realiza en cada vivienda colindante, contribuyen a la contaminación sonora del ambiente, el cual puede aumentar su presencia en el interior de una vivienda a partir de los materiales y sistemas constructivos empleados en la obra, lo que contribuye a la mala habitabilidad sonora del inmueble.

En el siguiente capítulo se realiza el estudio de sonoridad a partir de mediciones con sonómetro digital, para medir la cantidad de contaminación sonora en el interior de este tipo de viviendas y determinar si se encuentran fuera o dentro de los rangos permitidos por la normatividad vigente, para que en caso negativo, se pueda realizar alguna propuesta que nos permita mejorar las condiciones acústicas de este tipo de viviendas.

CAPITULO 4. ANÁLISIS SONORO Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO

En este capítulo se efectuó un análisis del estudio realizado en la vivienda de interés social en el fraccionamiento “Los Héroes Puebla” (Segunda Sección), cuya ubicación ya ha sido mencionada en el capítulo 3; dicho estudio se llevó a cabo en los meses de Febrero y Marzo empleando sonómetros digitales. Los resultados proporcionaron los niveles de ruido que se generan al interior de una vivienda del mencionado fraccionamiento y en las colindantes, comprobando así que el sonido emitido sobrepasa los rangos que establece la normativa vigente (mencionada en el capítulo 1). Con estos resultados se proponen, en el presente capítulo, diferentes alternativas de solución para mitigar el ruido y mejorar la calidad de vida de los usuarios.

4.1 Estudios sonoros de la vivienda

Como ya se había mencionado con anterioridad en el Capítulo 3, la casa-habitación en la que se realizaron los estudios, cuenta con diez diferentes espacios arquitectónicos, de los cuales se tomaron en cuenta solo cuatro, debido a que fueron las áreas a las que se nos permitió el acceso sin interrumpir las actividades cotidianas de los usuarios, ya que la casa objeto de estudio se encuentra en uso y amueblada. Uno de los casos especiales fue la escalera, ya que cuenta con un domo con lámina de policarbonato, cuya función es temporal pues representa una solución constructiva que permitirá a los propietarios una ampliación vertical a futuro. Todas las casas-habitación del fraccionamiento tienen este domo, el cual presenta un vano que provoca mayor facilidad de transmisión de sonido.

Los espacios donde se tomaron las mediciones de sonido fueron las siguientes:

- Acceso (Cajón fijo de estacionamiento).
- Sala-Comedor.
- Escaleras.
- Recamara 2 (sin balcón).

Para realizar la medición de los niveles sonoros existentes se utilizaron dos medidores digitales de sonido (sonómetros) SMART SENSOR idénticos, con un rango de detección entre 30 y 130 decibeles. En la siguiente imagen se muestra uno de estos sonómetros.



Fig. 4.1 Sonómetros digitales empleados para las mediciones acústicas. Foto: Equipo tesis.

Como se mencionó al inicio del capítulo, las mediciones se tomaron en los meses de febrero y marzo, cada tercer día, en tres horarios diferentes: matutino, de 7:00 a 9:00 horas, vespertino, de 15:00 a 17:00 horas y nocturno, de 20:00 a 22:00 horas. Estos horarios fueron seleccionados debido a que representaban los lapsos de tiempo en donde los usuarios realizaban la mayor parte de actividades cotidianas, por lo que se producían los rangos más elevados de sonido, que fueron de los 60 a los 130 decibeles. Es importante resaltar que dependiendo de la percepción de cada individuo, estos sonidos se pueden tornar molestos o incómodos; como se mencionó en el Capítulo 1, estableciendo un ambiente de ruido, que en épocas recientes es considerado un agente contaminante.

Para determinar la forma en la que se tomaría cada medición, fue necesario hacer una retícula diferente para cada espacio, adaptándonos a las dimensiones y a los muebles que se encontraron en la vivienda. El procedimiento de reticulado fue el siguiente:

- **Acceso:** Esta área colinda con la calle que tiene como característica primordial dos tipos de fuentes emisoras: tráfico rodado y actividades realizadas en la vía pública. Es importante señalar que el principal tipo de vehículos que transita regularmente por esta avenida es motorizado, particularmente motos, vehículos particulares y transporte público. Este espacio tiene una forma rectangular con dimensiones de 3.00 m de frente por 4.00 m de fondo, contando así con un área total de 12.00 m²: Su retícula fue de 1.00 m por 1.00 m, tomando en cuenta solo los puntos interiores (que fueron seis) y no los perimetrales debido a que se cuenta con una delimitación de terreno. La altura sobre el nivel del piso en cada punto de la retícula a la que se colocó el sonómetro fue de 0.90 cm (esta altura de medición se empleó en todos los puntos de los diferentes espacios); todas estas medidas (y las del resto de espacios considerados) se

realizaron con un metro de mano marca Truper de 10.00 m de largo. En la Figura 4.2 se presenta un plano del acceso con los puntos de la retícula.

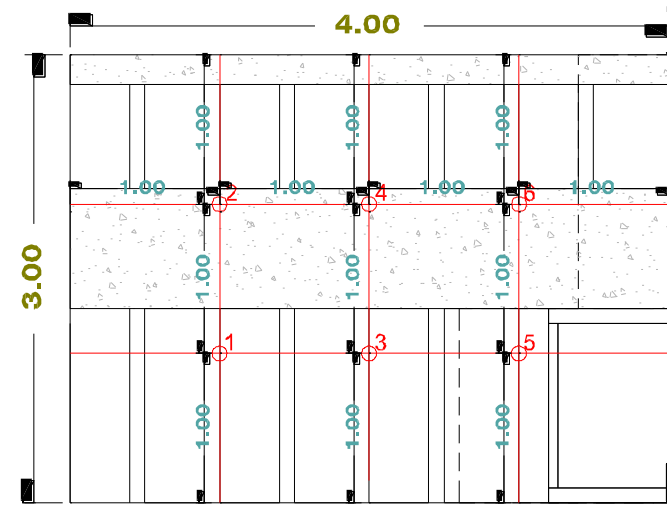


Fig. 4.2. Plano del acceso de la vivienda que muestra los puntos de la retícula empleada para la medición del sonido.

La medición se realizó de izquierda a derecha empezando desde la entrada y hacia el interior del predio. En la Figura 4.3 se muestra una imagen del momento en que se realizaron las mediciones.



Fig. 4.3. Medición del sonido en un punto del acceso de la casa. Foto: Equipo tesis.

Sala-Comedor: Esta área de la casa se vuelve susceptible del ruido debido a su colindancia con la entrada y la conformación de una ventana entre estos dos espacios, por lo que se genera un sin número de ruidos, continuos e intermitentes. Independientemente de estas zonas también se tiene la colindancia lateral con los vecinos que son un factor importante en la emisión de ruido. Este espacio tiene una forma rectangular con dimensiones de 3.00 m de frente por 6.20 m de

fondo, contando así con un área total de 18.60 m²; su retícula fue de 0.90 m por 0.90 m tomando en cuenta solo los puntos interiores (que fueron diez) y no los perimetrales, debido a que se cuenta con una delimitación con muros. En la Figura 4.4 se presenta un plano de la sala-comedor con los puntos de la retícula.

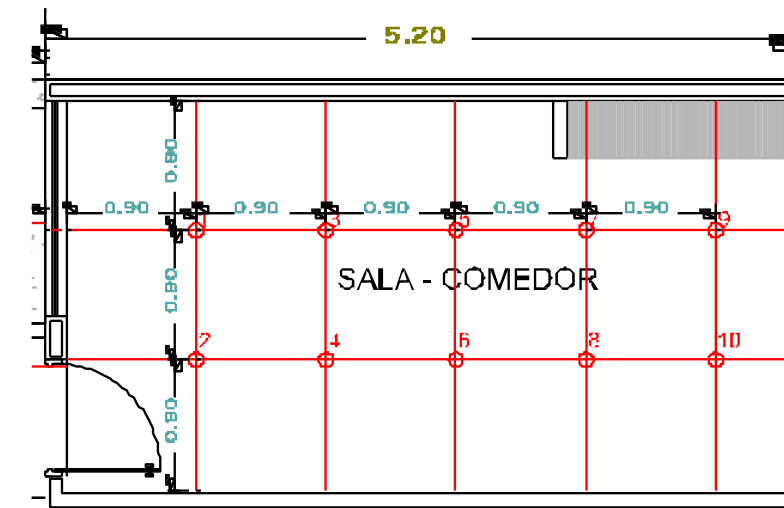


Fig. 4.4. Plano de la sala-comedor de la vivienda que muestra los puntos de la retícula empleada para la medición del sonido.

La medición se realizó de izquierda a derecha, iniciando desde la ventana y hacia el muro que divide las escaleras de la sala-comedor. En la Figura 4.5 se muestran imágenes del momento en que se realizaba el trazado de la retícula y del resultado final del proceso.

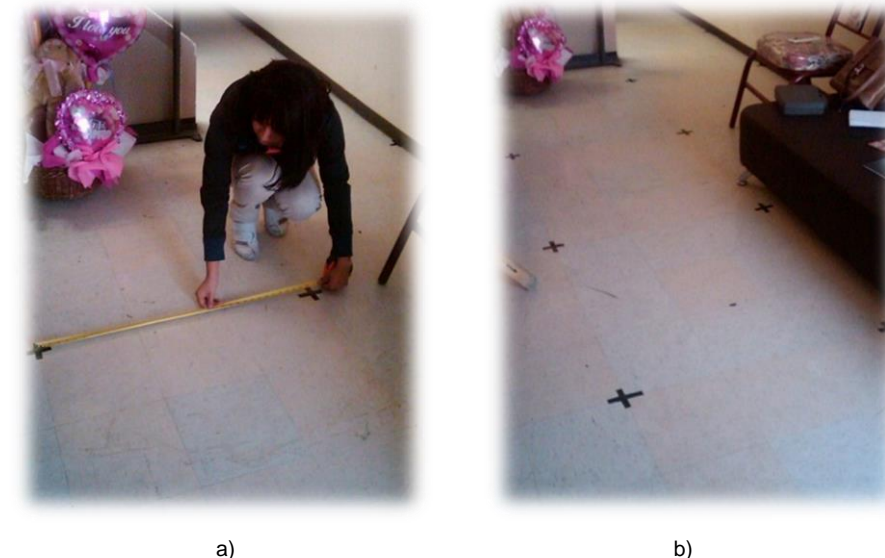


Fig. 4.5. Imágenes del proceso de trazado de la retícula para la sala-comedor. a) medición de los puntos de la retícula. b) Resultado final del proceso de reticulado. Fotos: Equipo tesis.

- **Escaleras:** Esta área tiene como colindancia la sala-comedor y un medio baño sin uso, además de un vano que se mencionó al principio de esta sección. Este espacio tiene una forma rectangular con dimensiones de 1.80 m de ancho por 2.05 m de largo, contando así con un área total de 3.69 m²; su retícula fue tomada en cuenta por cada escalón y en el centro de cada uno, dando un resultado de quince puntos. En la Figura 4.6 se presenta un plano de las escaleras con los puntos de la retícula.

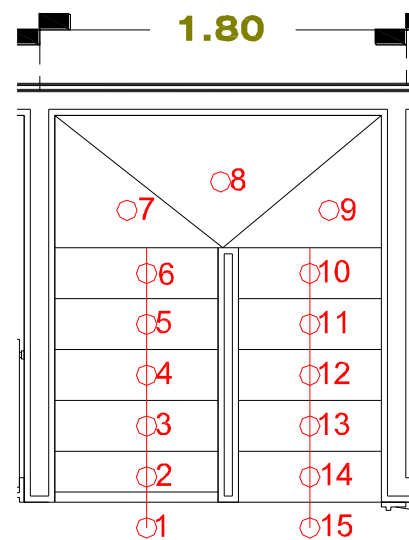


Fig. 4.6. Plano de las escaleras de la vivienda que muestra los puntos de la retícula empleada para la medición del sonido.

La medición se realizó desde la planta baja hacia el segundo nivel, iniciando desde el primer escalón hasta llegar a la planta alta. En la Figura 4.7 se muestran imágenes del momento en que se realizaba el trazado de la retícula y del resultado final del proceso.

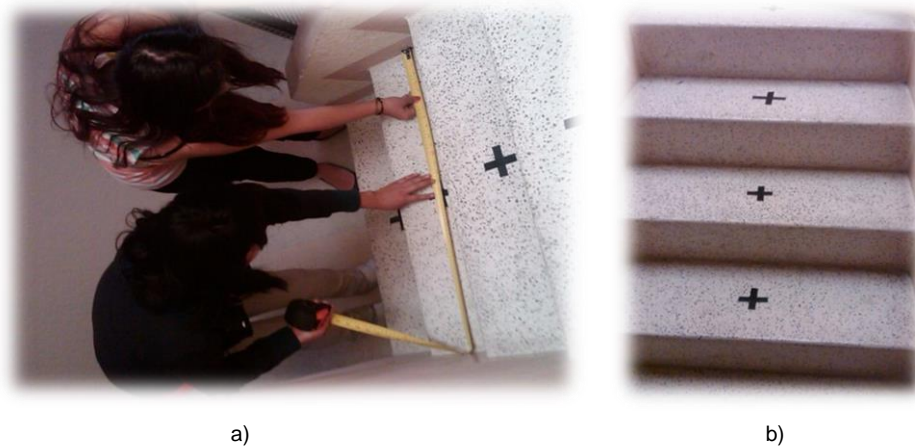


Fig. 4.7. Imágenes del proceso de trazado de la retícula para la escalera. a) Medición de los puntos de la retícula. b) Resultado final del proceso de reticulado. Fotos: Equipo tesis.

- **Recámara 2:** Esta área se vuelve importante debido a que es el lugar donde las personas tienden a descansar y pasar la mayor parte de su tiempo. Este espacio tiene una forma rectangular con dimensiones de 3.00 m de ancho por 3.70 m de largo, contando así con un área total de 11.10 m²; su retícula fue de 0.50 m x 0.50 m, tomando en cuenta solo los puntos interiores (que fueron 24) y no los perimetrales debido a que se cuenta con una delimitación con muros. En la Figura 4.8 se presenta un plano de este espacio con los puntos de la retícula.

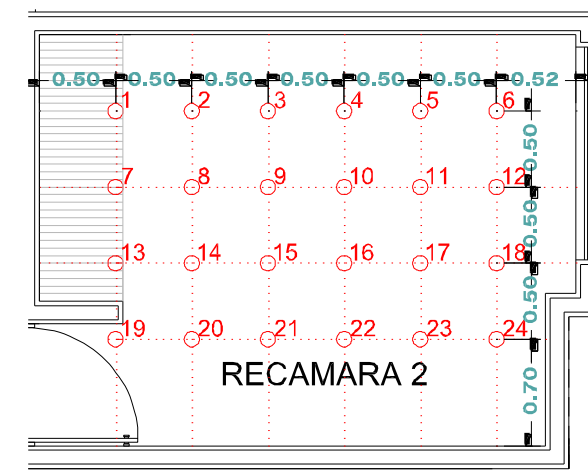
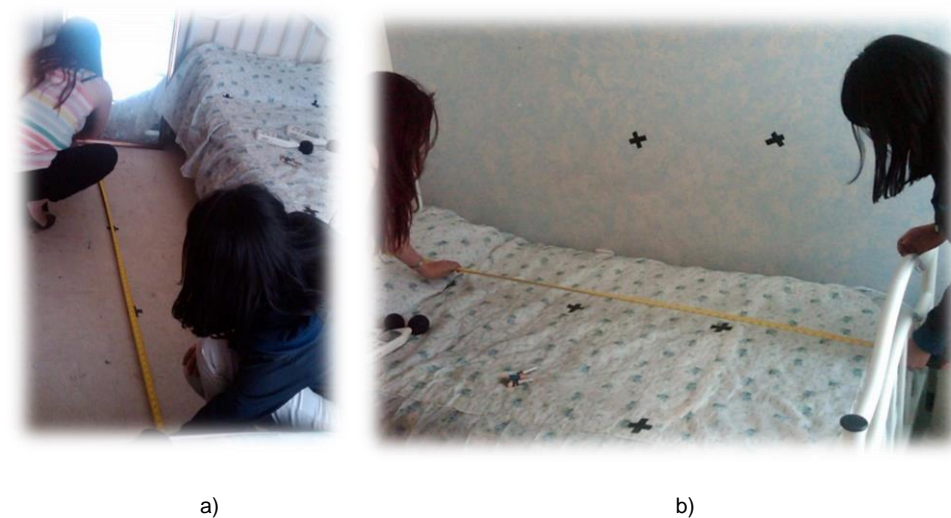


Fig. 4.8. Plano de la recámara de la vivienda que muestra los puntos de la retícula empleada para la medición del sonido.

La medición se realizó de izquierda a derecha, esto quiere decir, de la entrada hacia la ventana. En la Figura 4.9 se muestran imágenes del momento en que se realizaba el trazado de la retícula y del resultado final del proceso de reticulado.



a)

b)



Fig. 4.9. Imágenes del proceso de trazado de la retícula para la recámara. a) Medición de los puntos de la retícula en el piso. b) Medición de los puntos de la retícula sobre la cama. c) Medición de la altura a la que se colocó el sonómetro. d) Resultado final del proceso de reticulado. Fotos: Equipo tesis.

Como se mencionó en el capítulo 1, la temperatura es una variable importante a considerar en el estudio de fenómenos acústicos, por lo que para nuestro trabajo fue necesario medir la temperatura en los momentos de toma de datos. Para esto se empleó un termómetro de pared, con el cual se observó que en el interior de la vivienda el ambiente es más cálido que al exterior, variando las temperaturas de acuerdo al horario en el que se media. En la figura 4.10 se muestran imágenes de las temperaturas tomadas el mismo día y a la misma hora en el interior y exterior de la casa, con lo que se demuestra la diferencia de temperaturas interior y exterior.

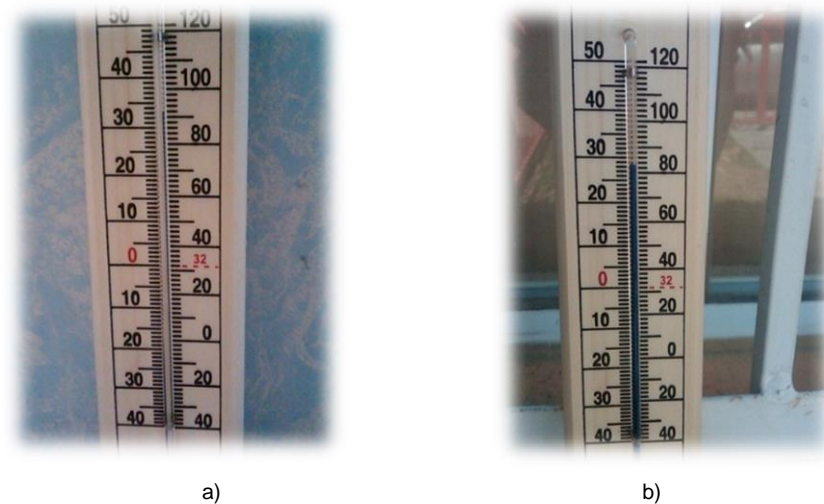


Fig. 4.10. Imágenes de las mediciones de temperatura. a) Lectura interior de temperatura (medición realizada en la recámara, lugar de estudio, que por naturaleza y posición, es más cálido). b) Lectura de temperatura en el exterior de la vivienda. Fotos: Equipo tesis.

4.2 Resultados de los estudios realizados

Los resultados que se obtuvieron se registraron mediante una bitácora en la cual se establecieron dos formatos diferentes en cada zona de medición, ya que en la primera tabla se hizo un promedio de las dos tomas realizadas para tener una medición más certera; en el segundo se hizo un promedio de los puntos horizontales y verticales de cada espacio para analizar cómo se distribuye el ruido dentro de la vivienda. Los resultados de las mediciones se presentan más adelante en dos conjuntos de tablas.

Los datos que se anotaron en los diferentes formatos son los siguientes:

- Primer formato: nombre del área en el que se realizó la medición, área total del espacio arquitectónico, fecha, hora y temperatura.
- Segundo formato: los datos anotados fueron similares a los del primero, con la diferencia de que al segundo formato se le agregó los decibeles permitidos de acuerdo a la normativa vigente en cada zona, para uso como referencia de comparación rápida.

En las siguientes tablas se presentan los dos formatos con la información de las diferentes áreas de estudio (todos los datos corresponden a mediciones realizadas el 24 de marzo de 2014), en las que se contemplan los datos obtenidos en un solo día de medición y en los tres diferentes horarios, enfatizando que las tablas incluyen las dos mediciones realizadas en cada punto y sus respectivos promedios. Vale la pena resaltar que todas las mediciones rebasaron los niveles establecidos por la normatividad vigente para el interior de la vivienda, como se expresó en el capítulo 1.

En las Tablas 4.1, partes a1, a2 y a3, se presentan los datos obtenidos de las mediciones de ruido para el espacio recámara 2, mientras que en las Tablas b1, b2 y b3, los datos obtenidos de las mediciones realizadas para la escalera. Asimismo, las Tablas c1, c2 y c3 incluyen los respectivos datos para la sala-comedor y en las Tablas d1, d2 y d3, se muestran los datos correspondientes a la entrada.

| BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA | | | | |
|-------------------------------------------|------------|-----------------------|------------|--------|
| FACULTAD DE ARQUITECTURA | | | | |
| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | |
| AREA DE MEDICIÓN: RECAMARA 2(SIN BALCON) | | ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | DIMENSIÓN: | |
| 24/02/2014 | 7:00 A.M. | 24°C | 9.31M2 | |
| REGISTRO | MEDICIÓN 1 | MEDICIÓN 2 | PROMEDIO | UNIDAD |
| 1 | 68.60 | 69.60 | 69.10 | dB. |
| 2 | 66.80 | 66.80 | 66.80 | dB. |
| 3 | 67.30 | 68.40 | 67.85 | dB. |
| 4 | 65.70 | 67.30 | 66.50 | dB. |
| 5 | 69.80 | 69.40 | 69.60 | dB. |
| 6 | 71.40 | 63.70 | 67.55 | dB. |
| 7 | 72.80 | 66.80 | 69.80 | dB. |
| 8 | 68.60 | 62.60 | 65.60 | dB. |
| 9 | 70.10 | 65.80 | 67.95 | dB. |
| 10 | 66.50 | 66.90 | 66.70 | dB. |
| 11 | 69.30 | 62.70 | 66.00 | dB. |
| 12 | 67.80 | 65.80 | 66.80 | dB. |
| 13 | 65.80 | 60.10 | 62.95 | dB. |
| 14 | 63.20 | 63.90 | 63.55 | dB. |
| 15 | 66.50 | 64.80 | 65.65 | dB. |
| 16 | 64.80 | 66.80 | 65.80 | dB. |
| 17 | 66.90 | 64.30 | 65.60 | dB. |
| 18 | 68.50 | 66.80 | 67.65 | dB. |
| 19 | 64.30 | 63.80 | 64.05 | dB. |
| 20 | 62.90 | 65.90 | 64.40 | dB. |
| 21 | 66.90 | 61.90 | 64.40 | dB. |
| 22 | 66.20 | 64.80 | 65.50 | dB. |
| 23 | 69.60 | 66.30 | 67.95 | dB. |
| 24 | 65.30 | 60.10 | 62.70 | dB. |
| PROMEDIO TOTAL | | | 66.3 | dB. |

a1

| BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA | | | | |
|-------------------------------------------|------------|-----------------------|------------|--------|
| FACULTAD DE ARQUITECTURA | | | | |
| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | |
| AREA DE MEDICIÓN: RECAMARA 2(SIN BALCON) | | ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | DIMENSIÓN: | |
| 24/02/2014 | 3:00 P.M. | 31°C | 9.31 M2 | |
| REGISTRO | MEDICIÓN 1 | MEDICIÓN 2 | PROMEDIO | UNIDAD |
| 1 | 71.50 | 73.50 | 72.50 | dB. |
| 2 | 73.60 | 70.80 | 72.20 | dB. |
| 3 | 70.50 | 74.60 | 72.55 | dB. |
| 4 | 72.80 | 72.60 | 72.70 | dB. |
| 5 | 72.60 | 71.60 | 72.10 | dB. |
| 6 | 73.60 | 74.50 | 74.05 | dB. |
| 7 | 70.50 | 73.80 | 72.15 | dB. |
| 8 | 71.40 | 76.50 | 73.95 | dB. |
| 9 | 71.80 | 72.80 | 72.30 | dB. |
| 10 | 73.70 | 70.90 | 72.30 | dB. |
| 11 | 72.90 | 71.60 | 72.25 | dB. |
| 12 | 74.80 | 73.60 | 74.20 | dB. |
| 13 | 73.70 | 74.30 | 74.00 | dB. |
| 14 | 70.10 | 72.80 | 71.45 | dB. |
| 15 | 72.80 | 70.80 | 71.80 | dB. |
| 16 | 73.90 | 73.90 | 73.90 | dB. |
| 17 | 71.70 | 74.80 | 73.25 | dB. |
| 18 | 72.80 | 70.40 | 71.60 | dB. |
| 19 | 73.70 | 71.80 | 72.75 | dB. |
| 20 | 71.80 | 72.50 | 72.15 | dB. |
| 21 | 70.90 | 75.30 | 73.10 | dB. |
| 22 | 70.40 | 73.50 | 71.95 | dB. |
| 23 | 69.80 | 73.80 | 71.80 | dB. |
| 24 | 72.80 | 74.90 | 73.85 | dB. |
| PROMEDIO TOTAL | | | 72.70 | dB. |

a2

| BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA | | | | |
|-------------------------------------------|------------|-----------------------|------------|--------|
| FACULTAD DE ARQUITECTURA | | | | |
| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | |
| AREA DE MEDICIÓN: RECAMARA 2(SIN BALCON) | | ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | DIMENSIÓN: | |
| 24/02/2014 | 8:00 P.M. | 28°C | 9.31 M2 | |
| REGISTRO | MEDICIÓN 1 | MEDICIÓN 2 | PROMEDIO | UNIDAD |
| 1 | 76.20 | 73.50 | 74.85 | dB. |
| 2 | 69.40 | 71.80 | 70.60 | dB. |
| 3 | 68.50 | 72.90 | 70.70 | dB. |
| 4 | 71.50 | 69.40 | 70.45 | dB. |
| 5 | 72.50 | 66.90 | 69.70 | dB. |
| 6 | 67.40 | 70.10 | 68.75 | dB. |
| 7 | 66.40 | 72.30 | 69.35 | dB. |
| 8 | 65.80 | 66.80 | 66.30 | dB. |
| 9 | 67.80 | 68.70 | 68.25 | dB. |
| 10 | 65.70 | 70.10 | 67.90 | dB. |
| 11 | 69.40 | 69.40 | 69.40 | dB. |
| 12 | 66.80 | 72.30 | 69.55 | dB. |
| 13 | 68.70 | 71.60 | 70.15 | dB. |
| 14 | 70.10 | 68.90 | 69.50 | dB. |
| 15 | 69.40 | 65.70 | 67.55 | dB. |
| 16 | 72.30 | 70.10 | 71.20 | dB. |
| 17 | 67.30 | 69.80 | 68.55 | dB. |
| 18 | 69.40 | 70.20 | 69.80 | dB. |
| 19 | 63.70 | 71.40 | 67.55 | dB. |
| 20 | 66.80 | 72.40 | 69.60 | dB. |
| 21 | 62.60 | 69.90 | 66.25 | dB. |
| 22 | 65.80 | 70.50 | 68.15 | dB. |
| 23 | 68.30 | 68.50 | 68.40 | dB. |
| 24 | 66.50 | 71.40 | 68.95 | dB. |
| PROMEDIO TOTAL | | | 69.23 | dB. |

a3

| BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA | | | | |
|-------------------------------------------|------------|-----------------------|------------|--------|
| FACULTAD DE ARQUITECTURA | | | | |
| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | |
| AREA DE MEDICIÓN: ESCALERAS | | ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | DIMENSIÓN: | |
| 24/02/2014 | 7:50 A.M. | 23°C | 3.04 M2 | |
| REGISTRO | MEDICIÓN 1 | MEDICIÓN 2 | PROMEDIO | UNIDAD |
| 1 | 65.70 | 63.70 | 64.70 | dB. |
| 2 | 66.80 | 62.80 | 64.80 | dB. |
| 3 | 63.60 | 61.70 | 62.65 | dB. |
| 4 | 62.80 | 63.70 | 63.25 | dB. |
| 5 | 65.90 | 63.90 | 64.90 | dB. |
| 6 | 66.80 | 65.80 | 66.30 | dB. |
| 7 | 62.80 | 63.80 | 63.30 | dB. |
| 8 | 63.50 | 68.50 | 66.00 | dB. |
| 9 | 67.30 | 63.80 | 65.55 | dB. |
| 10 | 62.60 | 64.60 | 63.60 | dB. |
| 11 | 64.30 | 68.40 | 66.35 | dB. |
| 12 | 65.80 | 65.80 | 65.80 | dB. |
| 13 | 62.30 | 66.40 | 64.35 | dB. |
| 14 | 60.50 | 62.50 | 61.50 | dB. |
| 15 | 61.80 | 65.80 | 63.80 | dB. |
| PROMEDIO TOTAL | | | 64.46 | dB. |

b1

| BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA | | | | |
|-------------------------------------------|------------|-----------------------|------------|--------|
| FACULTAD DE ARQUITECTURA | | | | |
| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | |
| AREA DE MEDICIÓN: ESCALERAS | | ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | DIMENSIÓN: | |
| 24/02/2014 | 3:50 P.M. | 28°C | 3.04 M2 | |
| REGISTRO | MEDICIÓN 1 | MEDICIÓN 2 | PROMEDIO | UNIDAD |
| 1 | 72.80 | 72.80 | 72.80 | dB. |
| 2 | 74.30 | 68.70 | 71.50 | dB. |
| 3 | 73.80 | 71.30 | 72.55 | dB. |
| 4 | 70.90 | 65.70 | 68.30 | dB. |
| 5 | 74.70 | 69.40 | 72.05 | dB. |
| 6 | 72.50 | 66.80 | 69.65 | dB. |
| 7 | 70.10 | 68.70 | 69.40 | dB. |
| 8 | 75.60 | 70.10 | 72.85 | dB. |
| 9 | 73.80 | 69.40 | 71.60 | dB. |
| 10 | 72.70 | 72.30 | 72.50 | dB. |
| 11 | 74.90 | 71.60 | 73.25 | dB. |
| 12 | 75.90 | 68.90 | 72.40 | dB. |
| 13 | 72.80 | 65.70 | 69.25 | dB. |
| 14 | 70.90 | 70.10 | 70.50 | dB. |
| 15 | 71.80 | 69.80 | 70.80 | dB. |
| PROMEDIO TOTAL | | | 71.29 | dB. |

b2

| BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA | | | | |
|-------------------------------------------|------------|-----------------------|------------|--------|
| FACULTAD DE ARQUITECTURA | | | | |
| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | |
| AREA DE MEDICIÓN: ESCALERAS | | ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | DIMENSIÓN: | |
| 24/02/2014 | 8:50 P.M. | 25°C | 3.04 M2 | |
| REGISTRO | MEDICIÓN 1 | MEDICIÓN 2 | PROMEDIO | UNIDAD |
| 1 | 71.30 | 71.60 | 71.45 | dB. |
| 2 | 65.70 | 68.90 | 67.30 | dB. |
| 3 | 69.40 | 65.70 | 67.55 | dB. |
| 4 | 66.80 | 70.10 | 68.45 | dB. |
| 5 | 68.70 | 69.80 | 69.25 | dB. |
| 6 | 70.10 | 70.20 | 70.15 | dB. |
| 7 | 69.40 | 71.40 | 70.40 | dB. |
| 8 | 72.30 | 67.90 | 70.10 | dB. |
| 9 | 72.40 | 68.40 | 70.40 | dB. |
| 10 | 69.90 | 69.30 | 69.60 | dB. |
| 11 | 70.50 | 70.10 | 70.30 | dB. |
| 12 | 68.40 | 70.30 | 69.35 | dB. |
| 13 | 67.90 | 69.30 | 68.60 | dB. |
| 14 | 71.60 | 69.50 | 70.55 | dB. |
| 15 | 69.20 | 70.40 | 69.80 | dB. |
| PROMEDIO TOTAL | | | 69.55 | dB. |

b3

| BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA | | FACULTAD DE ARQUITECTURA | | INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | |
|-------------------------------------------|------------|--------------------------|------------|-------------------------------|--|
| AREA DE MEDICIÓN: SALA COMEDOR | | ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | DIMENSIÓN: | | |
| 24/02/2014 | 8:30 A.M. | 22°C | 13.85 M2 | | |
| REGISTRO | MEDICIÓN 1 | MEDICIÓN 2 | PROMEDIO | UNIDAD | |
| 1 | 64.60 | 68.70 | 66.65 | dB. | |
| 2 | 63.80 | 66.40 | 65.10 | dB. | |
| 3 | 66.30 | 68.90 | 67.60 | dB. | |
| 4 | 67.50 | 66.60 | 67.05 | dB. | |
| 5 | 63.80 | 63.60 | 63.70 | dB. | |
| 6 | 64.70 | 65.90 | 65.30 | dB. | |
| 7 | 60.10 | 63.20 | 61.65 | dB. | |
| 8 | 66.60 | 61.70 | 64.15 | dB. | |
| 9 | 69.80 | 63.90 | 66.85 | dB. | |
| 10 | 63.70 | 67.40 | 65.55 | dB. | |
| PROMEDIO TOTAL | | | 65.36 | dB. | |

c1

| BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA | | FACULTAD DE ARQUITECTURA | | INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | |
|-------------------------------------------|------------|--------------------------|------------|-------------------------------|--|
| AREA DE MEDICIÓN: SALA COMEDOR | | ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | DIMENSIÓN: | | |
| 24/02/2014 | 4:30 P.M. | 28°C | 13.85 M2 | | |
| REGISTRO | MEDICIÓN 1 | MEDICIÓN 2 | PROMEDIO | UNIDAD | |
| 1 | 72.80 | 75.60 | 74.20 | dB. | |
| 2 | 73.10 | 73.80 | 73.45 | dB. | |
| 3 | 74.70 | 71.90 | 73.30 | dB. | |
| 4 | 71.90 | 74.80 | 73.35 | dB. | |
| 5 | 73.60 | 73.90 | 73.75 | dB. | |
| 6 | 70.50 | 74.30 | 72.40 | dB. | |
| 7 | 71.40 | 72.70 | 72.05 | dB. | |
| 8 | 71.80 | 73.80 | 72.80 | dB. | |
| 9 | 74.80 | 74.90 | 74.85 | dB. | |
| 10 | 73.60 | 74.20 | 73.90 | dB. | |
| PROMEDIO TOTAL | | | 73.41 | dB. | |

c2

| BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA | | FACULTAD DE ARQUITECTURA | | INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | |
|-------------------------------------------|------------|--------------------------|------------|-------------------------------|--|
| AREA DE MEDICIÓN: SALA COMEDOR | | ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | DIMENSIÓN: | | |
| 24/02/2014 | 9:30 P.M. | 25°C | 13.85 M2 | | |
| REGISTRO | MEDICIÓN 1 | MEDICIÓN 2 | PROMEDIO | UNIDAD | |
| 1 | 68.50 | 70.10 | 69.30 | dB. | |
| 2 | 67.90 | 69.40 | 68.65 | dB. | |
| 3 | 69.50 | 67.80 | 68.65 | dB. | |
| 4 | 72.40 | 69.70 | 71.05 | dB. | |
| 5 | 70.10 | 68.90 | 69.50 | dB. | |
| 6 | 69.20 | 70.30 | 69.75 | dB. | |
| 7 | 66.80 | 69.40 | 68.10 | dB. | |
| 8 | 69.10 | 67.20 | 68.15 | dB. | |
| 9 | 67.80 | 72.30 | 70.05 | dB. | |
| 10 | 66.80 | 68.00 | 67.40 | dB. | |
| PROMEDIO TOTAL | | | 69.06 | dB. | |

c3

| BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA | | FACULTAD DE ARQUITECTURA | | INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | |
|-------------------------------------------|------------|--------------------------|------------|-------------------------------|--|
| AREA DE MEDICIÓN: ENTRADA | | ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | DIMENSIÓN: | | |
| 24/02/2014 | 9:00 A.M. | 15°C | 12.00 M2 | | |
| REGISTRO | MEDICIÓN 1 | MEDICIÓN 2 | PROMEDIO | UNIDAD | |
| 1 | 69.20 | 72.40 | 70.80 | dB. | |
| 2 | 72.40 | 71.40 | 71.90 | dB. | |
| 3 | 68.40 | 68.90 | 68.65 | dB. | |
| 4 | 71.90 | 69.30 | 70.60 | dB. | |
| 5 | 70.30 | 67.50 | 68.90 | dB. | |
| 6 | 69.30 | 73.70 | 71.50 | dB. | |
| PROMEDIO TOTAL | | | 70.4 | dB. | |

d1

| BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA | | FACULTAD DE ARQUITECTURA | | INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | |
|-------------------------------------------|------------|--------------------------|------------|-------------------------------|--|
| AREA DE MEDICIÓN: ENTRADA | | ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | DIMENSIÓN: | | |
| 24/02/2014 | 5:00 P.M. | 25°C | 12.00 M2 | | |
| REGISTRO | MEDICIÓN 1 | MEDICIÓN 2 | PROMEDIO | UNIDAD | |
| 1 | 76.40 | 68.90 | 72.65 | dB. | |
| 2 | 72.80 | 72.30 | 72.55 | dB. | |
| 3 | 69.70 | 75.80 | 72.75 | dB. | |
| 4 | 73.60 | 66.20 | 69.90 | dB. | |
| 5 | 75.40 | 71.40 | 73.40 | dB. | |
| 6 | 72.90 | 73.80 | 73.35 | dB. | |
| PROMEDIO TOTAL | | | 72.43 | dB. | |

d2

| BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA | | FACULTAD DE ARQUITECTURA | | INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | |
|-------------------------------------------|------------|--------------------------|------------|-------------------------------|--|
| AREA DE MEDICIÓN: ENTRADA | | ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | DIMENSIÓN: | | |
| 24/02/2014 | 10:00 P.M. | 17°C | 12.00 M2 | | |
| REGISTRO | MEDICIÓN 1 | MEDICIÓN 2 | PROMEDIO | UNIDAD | |
| 1 | 74.30 | 76.40 | 75.35 | dB. | |
| 2 | 73.80 | 73.80 | 73.80 | dB. | |
| 3 | 75.40 | 77.20 | 76.30 | dB. | |
| 4 | 72.90 | 72.60 | 72.75 | dB. | |
| 5 | 67.80 | 73.50 | 70.65 | dB. | |
| 6 | 68.40 | 71.40 | 69.90 | dB. | |
| PROMEDIO TOTAL | | | 73.13 | dB. | |

3

Tablas 4.1. Resultado de las mediciones de los niveles de ruido en los distintos espacios de la casa y en los tres diferentes horarios. Se incluyen las dos mediciones que se realizaron en cada punto. Las Tablas (a), representan los resultados de las mediciones en la recámara 2; las Tablas (b), corresponden a las mediciones en la entrada; Las tablas (c) y (d) muestran los valores respectivos a las escaleras y la sala-comedor.

En las tablas 4.2 se muestran los resultados de las mediciones del campo sonoro promedio para los diferentes espacios de la casa. Es importante mencionar que las tablas presentan el promedio de los datos en las dos direcciones que formaron un plano a aproximadamente 90 cm de altura sobre el nivel del piso, excepto para las escaleras, que fue un plano con la inclinación de las mismas. En las partes

a1, a2 y a3, se presentarán los datos obtenidos de las mediciones de ruido para el espacio recámara 2, mientras que en las Tablas b1, b2 y b3, los datos obtenidos de las mediciones realizadas para la escaleras. Asimismo, las Tablas c1, c2 y c3 incluyen los respectivos datos para la sala-comedor y en las Tablas d1, d2 y d3, se muestran los datos correspondientes al espacio de la entrada.

| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | | | | |
|------------------------------------------|-----------|--------------|------|-------------------|-------|------------|----------|
| AREA DE MEDICIÓN: RECAMARA 2(SIN BALCON) | | | | | | | |
| ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | | | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | | RUIDO PERMISIBLE: | | DIMENSIÓN: | |
| 24/02/2014 | 7:00 A.M. | 24°C | | 45 dB. | | 9.31 M2 | |
| PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | | | PROMEDIO | UNIDAD |
| NUM. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| REGISTRO | 69.1 | 66.8 | 67.9 | 66.5 | 69.6 | 67.6 | 67.9 dB. |
| NUM. | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| REGISTRO | 69.8 | 65.6 | 68.0 | 66.7 | 66.00 | 66.8 | 67.1 dB. |
| NUM. | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | |
| REGISTRO | 63.0 | 63.6 | 65.7 | 65.8 | 65.6 | 67.7 | 65.2 dB. |
| NUM. | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | |
| REGISTRO | 64.1 | 64.4 | 64.4 | 65.5 | 68.0 | 62.7 | 64.8 dB. |
| PROMEDIO | 66.5 | 65.1 | 66.5 | 66.1 | 67.3 | 66.2 | dB. |

a1

b1

| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | | | | | |
|-------------------------------|-----------|--------------|------|-------------------|------|------------|----------|----------|
| AREA DE MEDICIÓN: ESCALERAS | | | | | | | | |
| ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | | | | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | | RUIDO PERMISIBLE: | | DIMENSIÓN: | | |
| 24/02/2014 | 7:50 A.M. | 23°C | | 45 dB. | | 3.04 M2 | | |
| PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | | | PROMEDIO | UNIDAD | |
| NUM. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| REGISTRO | 64.7 | 64.8 | 62.7 | 63.3 | 64.9 | 66.3 | 63.3 dB. | |
| NUM. | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | |
| REGISTRO | 63.8 | 61.5 | 64.4 | 65.8 | 66.4 | 63.6 | 65.6 dB. | |
| NUM. | | | | | | | 8 | |
| REGISTRO | | | | | | | 66.0 | 66.0 dB. |
| PROMEDIO | 64.3 | 63.2 | 63.5 | 64.5 | 65.6 | 65.0 | 65.0 dB. | |

| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | | | | |
|------------------------------------------|-----------|--------------|------|-------------------|-------|------------|----------|
| AREA DE MEDICIÓN: RECAMARA 2(SIN BALCON) | | | | | | | |
| ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | | | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | | RUIDO PERMISIBLE: | | DIMENSIÓN: | |
| 24/02/2014 | 3:00 P.M. | 31°C | | 45 dB. | | 9.31 M2 | |
| PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | | | PROMEDIO | UNIDAD |
| NUM. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| REGISTRO | 72.5 | 72.2 | 72.6 | 72.7 | 72.1 | 74.1 | 72.7 dB. |
| NUM. | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| REGISTRO | 72.2 | 74.0 | 72.3 | 72.3 | 72.25 | 74.2 | 72.9 dB. |
| NUM. | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | |
| REGISTRO | 74.0 | 71.5 | 71.8 | 73.9 | 73.3 | 71.6 | 72.7 dB. |
| NUM. | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | |
| REGISTRO | 72.8 | 72.2 | 73.1 | 72.0 | 71.8 | 73.9 | 72.6 dB. |
| PROMEDIO | 72.9 | 72.4 | 72.4 | 72.7 | 72.4 | 73.4 | dB. |

a2

b2

| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | | | | | |
|-------------------------------|-----------|--------------|------|-------------------|------|------------|----------|----------|
| AREA DE MEDICIÓN: ESCALERAS | | | | | | | | |
| ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | | | | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | | RUIDO PERMISIBLE: | | DIMENSIÓN: | | |
| 24/02/2014 | 3:50 P.M. | 28°C | | 45 dB. | | 3.04 M2 | | |
| PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | | | PROMEDIO | UNIDAD | |
| NUM. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| REGISTRO | 72.8 | 71.5 | 72.6 | 68.3 | 72.1 | 69.7 | 69.4 dB. | |
| NUM. | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | |
| REGISTRO | 70.8 | 70.5 | 69.3 | 72.4 | 73.3 | 72.5 | 71.6 dB. | |
| NUM. | | | | | | | 8 | |
| REGISTRO | | | | | | | 72.9 | 72.9 dB. |
| PROMEDIO | 71.8 | 71.0 | 70.9 | 70.4 | 72.7 | 71.1 | 71.3 dB. | |

| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | | | | |
|------------------------------------------|-----------|--------------|------|-------------------|-------|------------|----------|
| AREA DE MEDICIÓN: RECAMARA 2(SIN BALCON) | | | | | | | |
| ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | | | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | | RUIDO PERMISIBLE: | | DIMENSIÓN: | |
| 24/02/2014 | 8:00 P.M. | 28°C | | 45 dB. | | 9.31 M2 | |
| PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | | | PROMEDIO | UNIDAD |
| NUM. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| REGISTRO | 74.9 | 70.6 | 70.7 | 70.5 | 69.7 | 68.8 | 70.8 dB. |
| NUM. | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| REGISTRO | 69.4 | 66.3 | 68.3 | 67.9 | 69.40 | 69.6 | 68.5 dB. |
| NUM. | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | |
| REGISTRO | 70.2 | 69.5 | 67.6 | 71.2 | 68.6 | 69.8 | 69.5 dB. |
| NUM. | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | |
| REGISTRO | 67.6 | 69.6 | 66.3 | 68.2 | 68.4 | 69.0 | 68.2 dB. |
| PROMEDIO | 70.5 | 69.0 | 68.2 | 69.4 | 69.0 | 69.3 | dB. |

a3

b3

| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | | | | | |
|-------------------------------|-----------|--------------|------|-------------------|------|------------|----------|----------|
| AREA DE MEDICIÓN: ESCALERAS | | | | | | | | |
| ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | | | | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | | RUIDO PERMISIBLE: | | DIMENSIÓN: | | |
| 24/02/2014 | 8:50 P.M. | 25°C | | 45 dB. | | 3.04 M2 | | |
| PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | | | PROMEDIO | UNIDAD | |
| NUM. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| REGISTRO | 71.5 | 67.3 | 67.6 | 68.5 | 69.3 | 70.2 | 70.4 dB. | |
| NUM. | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | |
| REGISTRO | 69.8 | 70.6 | 68.6 | 69.4 | 70.3 | 69.6 | 70.4 dB. | |
| NUM. | | | | | | | 8 | |
| REGISTRO | | | | | | | 70.1 | 70.1 dB. |
| PROMEDIO | 70.6 | 68.9 | 68.1 | 68.9 | 69.8 | 69.9 | 70.3 dB. | |

| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | | | |
|--------------------------------|-----------|--------------|------------------|------------|----------|----------|
| AREA DE MEDICIÓN: SALA-COMEDOR | | | | | | |
| ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | RUIDO PERMISIBLE | DIMENSIÓN: | | |
| 24/02/2014 | 8:30 A.M. | 22°C | 45 dB. | 13.85 M2 | | |
| PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | | | |
| NUM. | | | | | PROMEDIO | UNIDAD |
| 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | | |
| REGISTRO | 66.7 | 67.6 | 63.7 | 61.7 | 66.9 | 65.3 dB. |
| NUM. | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | |
| REGISTRO | 65.1 | 67.1 | 65.3 | 64.2 | 65.6 | 65.4 dB. |
| PROMEDIO | 65.9 | 67.3 | 64.5 | 62.9 | 66.2 | dB. |

c1

d1

| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | | | |
|-------------------------------|-----------|--------------|-------------------|------------|----------|--------|
| AREA DE MEDICIÓN: ENTRADA | | | | | | |
| ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | RUIDO PERMISIBLE: | DIMENSIÓN: | | |
| 24/02/2014 | 9:00 A.M. | 15°C | - | 12.00 M2 | | |
| PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | | | |
| NUM. | | | | | PROMEDIO | UNIDAD |
| 2 | 4 | 6 | | | | |
| REGISTRO | 71.9 | 70.6 | 71.5 | | 71.3 | dB. |
| NUM. | 1 | 3 | 5 | | | |
| REGISTRO | 70.8 | 68.7 | 68.9 | | 69.5 | dB. |
| PROMEDIO | 71.4 | 69.6 | 70.2 | | | dB. |

| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | | | |
|--------------------------------|-----------|--------------|------------------|------------|----------|----------|
| AREA DE MEDICIÓN: SALA-COMEDOR | | | | | | |
| ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | RUIDO PERMISIBLE | DIMENSIÓN: | | |
| 24/02/2014 | 4:30 P.M. | 28°C | 45 dB. | 13.85 M2 | | |
| PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | | | |
| NUM. | | | | | PROMEDIO | UNIDAD |
| 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | | |
| REGISTRO | 74.2 | 73.3 | 73.8 | 72.1 | 74.9 | 73.6 dB. |
| NUM. | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | |
| REGISTRO | 73.5 | 73.4 | 72.4 | 72.8 | 73.9 | 73.2 dB. |
| PROMEDIO | 73.8 | 73.3 | 73.1 | 72.4 | 74.4 | dB. |

c2

d2

| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | | | |
|-------------------------------|-----------|--------------|-------------------|------------|----------|--------|
| AREA DE MEDICIÓN: ENTRADA | | | | | | |
| ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | RUIDO PERMISIBLE: | DIMENSIÓN: | | |
| 24/02/2014 | 5:00 P.M. | 25°C | - | 12.00 M2 | | |
| PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | | | |
| NUM. | | | | | PROMEDIO | UNIDAD |
| 2 | 4 | 6 | | | | |
| REGISTRO | 72.6 | 69.9 | 73.4 | | 71.9 | dB. |
| NUM. | 1 | 3 | 5 | | | |
| REGISTRO | 72.7 | 72.8 | 73.4 | | 72.9 | dB. |
| PROMEDIO | 72.6 | 71.3 | 73.4 | | | dB. |

| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | | | |
|--------------------------------|-----------|--------------|------------------|------------|----------|----------|
| AREA DE MEDICIÓN: SALA-COMEDOR | | | | | | |
| ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | RUIDO PERMISIBLE | DIMENSIÓN: | | |
| 24/02/2014 | 9:30 P.M. | 25°C | 45 dB. | 13.85 M2 | | |
| PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | | | |
| NUM. | | | | | PROMEDIO | UNIDAD |
| 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | | |
| REGISTRO | 69.3 | 68.7 | 69.5 | 68.1 | 70.1 | 69.1 dB. |
| NUM. | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | |
| REGISTRO | 68.7 | 71.1 | 69.8 | 68.2 | 67.4 | 69.0 dB. |
| PROMEDIO | 69.0 | 69.9 | 69.6 | 68.1 | 68.7 | dB. |

c3

d3

| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | | | |
|-------------------------------|------------|--------------|-------------------|------------|----------|--------|
| AREA DE MEDICIÓN: ENTRADA | | | | | | |
| ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | RUIDO PERMISIBLE: | DIMENSIÓN: | | |
| 24/02/2014 | 10:00 P.M. | 17°C | - | 12.00 M2 | | |
| PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | | | |
| NUM. | | | | | PROMEDIO | UNIDAD |
| 2 | 4 | 6 | | | | |
| REGISTRO | 73.8 | 72.8 | 69.9 | | 72.2 | dB. |
| NUM. | 1 | 3 | 5 | | | |
| REGISTRO | 75.4 | 76.3 | 70.7 | | 74.1 | dB. |
| PROMEDIO | 74.6 | 74.5 | 70.3 | | | dB. |

Tablas 4.2. Resultados de los promedios de las mediciones de los niveles de ruido en el plano a una altura de 90 cm sobre el nivel del piso, para cada uno de los espacios de estudio. En las partes a1, a2 y a3, se presentan los datos obtenidos de las mediciones de ruido para el espacio recámara 2, mientras que en las Tablas b1, b2 y b3, los datos obtenidos de las mediciones realizadas para la entrada. Asimismo, las Tablas c1, c2 y c3 incluyen los respectivos datos para las escaleras y en las Tablas d1, d2 y d3, se muestran los datos correspondientes al espacio sala-comedor.







En todos los casos se puede observar que el nivel de ruido promedio fue aproximadamente el mismo en las dos direcciones en que se promedió este nivel, y en todo el espacio respectivo. En estas condiciones no fue necesario realizar mediciones adicionales ni consideraciones especiales, pues los resultados muestran una homogeneidad en la distribución del nivel de ruido en dos direcciones espaciales a una altura de 90 cm sobre el nivel del piso, para cada uno de los espacios considerados.

4.3 Propuesta de materiales para mejorar la absorción y reflexión del sonido en la vivienda



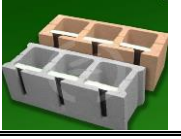




El objetivo fundamental del presente trabajo de tesis consiste en proponer mecanismos o métodos que mejoren las condiciones acústicas de una vivienda de interés social. Hasta ahora se ha estudiado un caso típico de este tipo de vivienda, encontrando en primera instancia que tales condiciones no son favorables para una calidad de vida aceptable de los usuarios debido a que existe una relativamente alta contaminación acústica que se transmite a través de los diferentes elementos constructivos empleados.

En estas condiciones, en esta sección se mencionan algunos materiales cuyas propiedades pueden mejorar la acústica de la vivienda en cuestión. Tales mejoras pueden incluir incrementar o disminuir los coeficientes de reflexión, transmisión o absorción sonora de muros, ventanas, puertas, plafones, etc., por ejemplo, si lo que se pretende es disminuir la transmisión de ruido, se recomienda realizar cambio de vidrios simples por otros de mayor espesor o bien el uso de ventanas de doble acristalamiento; si lo que se busca es disminuir la reflexión interior de sonido o de ruido, se pueden emplear elementos decorativos como cortinas de diferentes espesores o incluso alfombras, entre otros, que ayuden a mitigar estas reflexiones.

En la Tabla 4.3 se hace una propuesta de materiales con propiedades acústicas particulares para mejorar la calidad sonora de las diferentes partes que conforman una vivienda de interés social. Tal propuesta incluye elementos constructivos y decorativos como cortinas, ventanas, puertas, recubrimientos de muros y de plafones, que impactan tanto a la reflexión interior de sonido o de ruido, como a la transmisión y absorción de los mismos.

| PROPUESTA DE MATERIALES | | | |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| UBICACIÓN | MATERIAL | CARACTERISTICAS | CROQUIS |
| PUERTAS | Puerta acustica de vidrio doble. Interaudio digital. | Puerta de madera con barrera acústica de sílice para alto aislamiento acústico, presentación estándar de 90cm x 2.10m, 5.5cm grosor. Cuenta con marco perimetral de madera sellado hermético. |  |
| | Puertas acustica RS (ACUSTICA INTEGRAL) | Puerta acústica de alto aislamiento acústico de 46 dB. Modelos estándar y medidas especiales. |  |
| | Puertas de PVC . Euroventyc. | Es un excelente amortiguador de ruido contribuyendo a un mayor aislamiento acústico y Confort. |  |
| | Fonac Doors (insonorizador de puertas) | Compuesto de una lámina de alta densidad con soporte de espuma de poliuretano que colabora como banda de desacople . |  |
| VENTANAS | Ventanas Euroventyc CON MARC de PVC | Con cristal doble (DuoVent) se logra disminuir 32 dB el nivel de ruido, tanto exterior como viceversa. |  |
| | Ventana acústica de aluminio con vidrio doble interaudio digital. | Marco perimetral de aluminio para bloquear la salida de ruido. Diseño altamente estetico con vidrio sellado hermetico con acabados en color blanco. |  |

| | | | |
|------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| VIDRIOS | SGG CLIMALIT SILENCE | Es un acristalamiento formado por dos o más vidrios, separados entre sí por cámaras de aire deshidratado. Diseñada para cubrir las necesidades de acústica, seguridad y estética. |  |
| | SGG STADIP SILENCE | Es un vidrio de seguridad laminado acústico, formado por dos o más hojas de vidrio unidos entre sí por una o más hojas capas intermedias de butiral de polivinilo, conocidas como PVB (A) |  |
| PERSIANAS | Persiana enrollable de aluminio. LAPORTA | Persiana enrollable de aluminio perfilado con cajón de aluminio para persiana fabricado en curvo o en ángulo de 45° y 90°. |  |
| | Persianas enrollables de PVC. LAPORTA | Su articulación y funcionamiento, permiten graduar la entrada de luz solar hasta su total anulación, además de tener un elevado aislamiento acústico. |  |
| | Sistema de mini persax México | Aislamiento acústico |  |
| CORTINAS | Cortinas Celulares ADECORA | Fabricadas en una o dos celdas indeformables de tela 100% poliéster, que mantienen las condiciones óptimas para sus habitantes. |  |
| | Cortinas UCERSA | Cortinas modulares, plegables en fuelle, con propiedades de aislamiento y absorción acústica. |  |
| | Cortinas Moon Dream | Cuentan con una tecnología especial que les confiere un poder de absorción de sonido. Son capaces de reducir en 7 dB. los ruidos que llegan a las ventanas. |  |

| | | | |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| MUROS Y PLAFONES | ACUSTILÁSTIC-N (ACUSTICA INTEGRAL) | Panel de caucho reciclado prensado para aislamiento de vibraciones por vía sólida o estructural. Fácil colocación. Sorprendente reducción a ruido de impacto y vibraciones. |  |
| | Acustisol (ACUSTICA INTEGRAL) | Formado por una capa elastomérica y un sustrato compuesto por fragmentos de caucho que le dotan de la amortiguación característica de un aislante de vibraciones y de la rigidez necesaria para un buen comportamiento bajo carga. |  |
| | Bloque de hormigón acústico | Con las mismas características constructivas que un bloque de hormigón tradicional. Dispone de 3 ranuras y cavidades que funcionan a modo de resonador que le dotan de propiedades aislantes y absorbentes al mismo tiempo |  |
| | Placas aislacustic (RATSA) | Fabricado con fibra de vidrio flexible en forma de placas cortadas a la medida sin recubrimiento, que permitan una mayor facilidad y rapidez de montaje. Este aislamiento está diseñado para absorber sonido en el hueco formado entre las placas de yeso. |  |
| | QFA-7 (Quilted fiberglass absorbers) | Material semiflexible y resistente. Una cara es de tela de fibra de vidrio de 2" de espesor y otra terminada con película de entreteja adherida. |  |
| | Panel acustico de fibra de vidrio. (Interaudio digital) | fabricado con fibra de vidrio de alta eficiencia, terminado textil y montado en bastidor de alta resistencia. |  |
| | Paneles acústicos, de madera, perforados y ranurados (DECUSTIK) | Sistemas de panelamiento acústico que se adaptan a los requerimientos técnicos y estéticos de cada proyecto. |  |


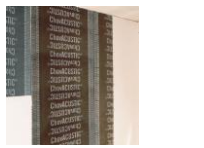

| | | | |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| | Sistema Isolteck, barrera acústica, plafón y muros | El sistema isolteck se compone de bastidor metálico, relleno de fibra de vidrio y un recubrimiento con placa isolteck. |  |
| | Esquineros de espuma acústica. (Interaudio digital) | Espuma de poliuretano de superficie suave y porosa, ideal para el control de eco y reverberación. Se usa cualquier pegamento de contacto |  |
| | ViscoLAM | Son láminas viscoelásticas de alta densidad para mejorar e aislamiento acústico en diferentes situaciones. Es utilizada como reuerzo al aislamiento de placas de yeso laminado. |  |
| | Placa Acústica de Espuma de Poliuretano (RATSA) | Material plástico poroso que se forma básicamente por la reacción química de dos compuestos: un poliol y un isocianato, aunque su formulación necesita diferentes variantes y aditivos. |  |
| | Placa acusti- K (COMEX) | Es una placa absorbente del sonido, con nucleo de yeso multiperforado y sofisticado textil de control acústica al reverso. Manejo del ambiente acústico por absorción y reflexión, se puede instalar lisa o curva. |  |
| DECORATIVO | K13 distribuidor por velis | K13 es un sistema total de fibras de Celulosa naturales recicladas, tratamiento químico, sistema de aglomerante y su método de aplicación es por aspersión. Durante la aplicación. |  |
| | Cilindros absorbentes Acustibaf-C | Suspendidos en forma de baffles permiten obtener notables reducciones de ruido ambiental por efecto de la eliminación total o parcial de las reflexiones del techo del espacio arquitectónico |  |
| | Sistemas modulares auto-portantes acústicos y decorativos (DECUSTIK) | Sistemas modulares auto-portantes acústicos y decorativos para crear espacios de privacidad |  |

Tabla 4.3 Propuesta de materiales con propiedades acústicas particulares para mejorar la calidad sonora de las diferentes partes que conforman una vivienda de interés social.

Dada la descripción del sistema constructivo para esta vivienda, mencionada en el Capítulo 3, la propuesta de solución de materiales mencionada en las tablas anteriores sobre la reducción de contaminación por ruido, es factible y recomendable para casas habitación de igual o similares características. Para casos de viviendas diferentes, se requiere realizar otro estudio que nos permita determinar las condiciones acústicas de la vivienda y por lo tanto realizar una propuesta de mejora particular.

CONCLUSIONES

Como se ha establecido a lo largo del trabajo de tesis sobre *Condiciones de habitabilidad Sonora en la Vivienda de Interés Social en el Fraccionamiento Los Héroes Puebla* podemos establecer algunos primeros comentarios entre los que destaca que la vivienda está expuesta a innumerables ruidos provenientes tanto del exterior como del interior de viviendas colindantes, estos ruidos combinados hacen que se sobrepasen los niveles establecidos por la Organización Mundial de la Salud y el Reglamento para la protección al ambiente contra la contaminación originada por la emisión del ruido para un ambiente sano.

El ruido provocado por las actividades que se realizan al interior de las viviendas, al estar dentro de los rangos de ruido, resultan molestos a los vecinos y no pueden ser considerados como ruidos domésticas, si no termina siendo un agente contaminante que afecta la calidad de vida de las personas expuesta a él.

En cuanto a los resultados obtenidos del estudio realizado a la vivienda y que se describe ampliamente en el capítulo 4, se puede concluir que existe un problema severo de contaminación acústica en la vivienda en los tres horarios establecidos para el estudio, por lo que las personas que habitan la vivienda y que se encuentran expuestas de manera prolongada a este tipo de contaminante tendrán efectos nocivos a la salud de acuerdo a lo establecido en el Capítulo 1, Sección 1.4.1

Los materiales empleados en la construcción de las viviendas poco contribuyen a mitigar el ruido presente, sin embargo el mobiliario en ocasiones sí lo permite. De todo lo anterior podemos comentar las siguientes reflexiones:

- La experiencia que dejó este trabajo fue gratificante, ya que desde un principio se tenía interés por conocer más acerca de las condiciones de habitabilidad sonora que existen en las casas de interés social, donde de manera general se comenta que es posible que una persona escuche el sonido que realiza una persona de una vivienda a otra, lo que hacía suponer que no se trataba de sonido, sino de ruido. Para demostrar esta aseveración fue necesario corroborarlo a través de un caso de estudio que correspondió a una vivienda de interés social en el Fraccionamiento Los Héroes Puebla.

- Para ello fue necesario conocer acerca del sonido y del ruido, sus características, cualidades, tipos de fuentes sonoras que los produce. Fue indispensable utilizar herramientas que permitieron monitorear el ruido, y para ello se hizo necesario el uso de sonómetros digitales con características que permitieran apoyar el trabajo de campo. Cabe señalar que no se tenía conocimiento alguno de cómo usar el instrumento de medición, por lo que el trabajo de tesis aportó nuevos conocimientos a nuestra disciplina.
- Por ser una experiencia novedosa, al principio del monitoreo se encontró con adversidades como distribución de los puntos a medir en cada espacio, altura de la toma, colocación del sonómetro para tomar la medición, lapso de tiempo de toma de la muestra, y medición de la temperatura entre otros. La asesoría y el apoyo que se tuvo por parte de los asesores, permitió superar estas adversidades, y se pudo demostrar lo que al inicio solo era una mera suposición, que este tipo de vivienda presenta contaminación por ruido, lo que termina por atender la salud de las personas.
- De acuerdo a los estudios realizados, la vivienda de estudio tiene un problema de contaminación de ruido al interior debido a varios factores mencionados a lo largo de la tesis. Lo anterior se comprueba con los resultados obtenidos durante el monitoreo; tales resultados nos permitieron conocer que el nivel de ruido que se genera en una vivienda como la del caso de estudio (en los diferentes horarios en que se realizaron las mediciones), varía de 60 a 130 dB, sobrepasando el límite permisible por la OMS (que es de 45 dB para interiores en casa habitación), encontrando que el nivel de ruido más elevado fue en el área del acceso con un promedio de 78.97db, por tener relación directa con fuentes sonoras fuera de la vivienda, las que aunadas a los ruidos de las casas contiguas, aumenta significativamente el resultado. Después de este espacio encontramos que el área donde se localizan las escaleras es el espacio con más ruido, teniendo como promedio 77.59 dB. Cabe señalar que la fuente sonora era un videojuego, que si bien para algunas personas era molesto, para la o las persona(s) que lo jugaba no lo era, debido a que como se mencionó a lo largo del trabajo, el ruido tiene que ver con el umbral de dolor de cada persona. En cuanto a los espacios de la recámara y la sala comedor, estos resultaron tener casi el mismo promedio de decibeles, ya que fueron 76.86 y 76.58 respectivamente.
- Mientras que el horario en el que se presentó el nivel de decibeles más elevado fue el horario nocturno con un promedio de 86.82dB, seguido del horario vespertino con un promedio de 83.21dB, y finalmente el horario matutino de 79.59 dB; sin embargo todas las mediciones están por encima de los niveles permisibles, por lo que puede terminan afectando la calidad de vida de las personas que permanecen más tiempo en la vivienda.

- Por otro lado se debe señalar que las condiciones de la construcción en cuanto a tipo de materiales, sistemas constructivos empleados, dimensiones y altura que presentan los espacios contribuye a las condiciones de habitabilidad sonora, ya que convierte la casa en una caja de resonancia. Además el ruido se propaga por un medio elástico como el aire o agua, de ahí que la temperatura ambiente juega un papel determinante en la propagación del ruido, y a pesar de que el estudio se llevó a cabo en invierno, las temperaturas por las condiciones de la construcción siempre fueron altas (**PONER EN EL PARENTESIS LA TEMPERATURA**), por lo que la propagación del ruido es constante. Otro factor importante son los acabados y el mobiliario de la vivienda ya que por sus características y adecuación a la misma, poco ayudan a mitigar el ruido.
- Durante el desarrollo del trabajo se tuvo la intención de realizar un mapa de ruido con los puntos monitoreados, hecho que no se pudo concretar debido a que el ruido dentro de cada uno de los espacios fue casi homogéneo, por lo que no tendría sentido pues saldría un solo espectro. El rango de diferencia no fue mayor a los 4 dB, lo cual se puede comprobar en la tabla 4.2. (La información complementaria a la Tabla 4.2 se presenta en el Anexo B y C.)
- El trabajo de tesis exigió conocer acerca de materiales específicos con características de absorción y reflexión del ruido, mismos que se establecieron en el capítulo 4, los cuales podrán ser empleados de acuerdo a las condiciones, interés y preferencia de cada usuario, con la intención de incrementar las condiciones de habitabilidad sonora de los usuarios, logrando con esto el objetivo propuesto.

Del estudio realizado sobre *Condiciones de habitabilidad Sonora en la Vivienda de Interés Social en el Fraccionamiento Los Héroes Puebla* se desprenden las siguientes recomendaciones a considerar para aquellos desarrolladores encargadas del diseño y construcción de viviendas de interés social:

- Es necesario reconocer a la vivienda como una unidad de confort dónde las personas pasan parte de su tiempo, por lo que es recomendable que antes de edificar, tomen en cuenta el uso de materiales que tengan las propiedades aislantes- absorbentes que mitiguen el ruido, que se ha comprobado que es un agente contaminante que vulnera la calidad de vida de las personas.
- La gama de materiales existentes hoy día, pueden contribuir a mitigar el problema de contaminación sonora, pues se debe reconocer que el diseño de cada casa habitación, así como las dimensiones de los espacios, y los materiales y sistemas constructivos empleados son un factor determinante en las condiciones de habitabilidad sonora. Por nuestra parte, trataremos de

tomar en cuenta esta experiencia para que nuestra actividad profesional en el campo de la arquitectura tome en cuenta a los usuarios y su confort.

- Para estudios posteriores, se recomienda hacer el análisis o monitoreo durante un lapso de tiempo más prolongado y de preferencia en las diferentes estaciones del año, con el fin de analizar el impacto de la variación de temperatura en los resultados de las mediciones.

Solo nos resta recomendar seguir desarrollando trabajos de tesis sobre diferentes problemáticas que se vienen presentando en la arquitectura de hoy, con el fin de contribuir al bienestar de los usuarios.

BIBLIOGRAFÍA

• LIBROS

1. Alcaráz del Rio, Ignacio, (2010), *Elemento de Anatomía Humana*, México, Ed. Méndez Editores.
2. Alonso García María C., (1995), *El régimen jurídico de la contaminación atmosférica y acústica*, España, Ed. Marcial Pons.
3. Alanis Morales, Javier, (2012), *Acústica en espacios y en los volúmenes arquitectónicos*, México, Ed. Trillas.
4. Barona Díaz, Edgar, (2005), *Características De La Vivienda De Interés Básica, Social Y Económica Urbana*, Puebla México, Ed. Redalyc.
5. Behar, Alberto, (1994), *El ruido y su control*, México, Ed. Trillas.
6. Beranek, Leo L., (1961), *Acústica*, Buenos Aires Argentina, Ed. Hispanoamericana S. A.
7. C. Hoppe, ET. AL., (2007), *Análisis del control del ruido en los edificios comunitarios*, Portugal, Ed. Mc Graw Gill.
8. Catherine Parker Anthony, Gary A. Thibodeau, (1986), *Anatomía y Fisiología*, México, Ed. Nueva editorial interamericana.
9. Carrión Isbert, Antoni, (2001), *Diseño acústico de espacios arquitectónicos*, México, Ed. Alfa o mega.
10. Diario oficial de la federación. Cámara de diputados del H. Congreso de la Unión, (1988), *Reglamento para la Protección al Ambiente contra la Contaminación originada por la emisión del ruido*, México, Ed. Semarnat.
11. Diario oficial de la federación. Cámara de diputados del H. Congreso de la Unión, (1988), *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*, México, Ed. Semarnat.
12. Francone Lossow, Jacob, (1982), *Anatomía y Fisiología Humana*, México, Ed. Nueva editorial interamericana.
13. García Ramírez, A., (2006), *La contaminación acústica: fuentes, evaluación, efectos y control*, España: Sociedad Española de Acústica. Ed. Elisa.
14. Gortari Ludlow, Jimena, (2010), "La revalorización de los **sonidos** y la calidad sonora ambiental del barrio gótico, en Barcelona", Barcelona, Ed. Universidad Politécnica de Catalunya.
15. Goodhill, Víctor, (1986), *El oído: enfermedades, sordera y vértigo*, Paraguay, Ed. Salvat.
16. Harris, Cyril, (1995), *Manual de medidas acústicas y control de ruido*, España, 3° edición, Ed. Mc. Graw-Hill.
17. Hoppe, C. Rioyo, J., (1988), *Medida y control de ruido y vibraciones*, Cantabria, Ed. Servicio de publicaciones de la universidad de Cantabria.
18. Hornbostel, Caleb, (2002) *Materiales para construcción, tipos, usos y aplicación*, México, Ed. Limusa.
19. Jiménez Cisneros Blanca E., (2001), *La contaminación ambiental en México: causas, efectos y tecnología apropiada*, México, Ed. Limusa.
20. Josse Robert, (1975), *La acústica en la construcción*, Barcelona, Ed. Gustavo Gili S.A.
21. Laurence E. kinsler, ET. AL., (1995), *Fundamentos de acústica*, México, Ed. Limusa
22. L. Testut, A. Latarjet, (1996), *Compendio de Anatomía descriptiva*, Barcelona; España, Ed. Masson.
23. López Recuero, M., (2001), *Acondicionamiento acústico*, España, Ed. Paraninfo.
24. Llinares, J. Llopis, A., (1987), *Acústica arquitectónica*, España: Universidad Politécnica de Valencia, Ed. Limusa.
25. Martínez Mora, Juan A., (1999) *Problemas de acústica*, Valencia, España Universitaria de Gandía, Departamento de Física Aplicada.
26. Mendosa Roca José A., Montañés San Juan María T. y Palomares Gimeno Antonio E., (2007), *Ciencia y tecnología del medio ambiente*, Valencia, Ed. Servicio de publicaciones.
27. Miyara Federico, 1999, *Acústica y Sistemas de Sonido*, Argentina, Ed. UNR.
28. Morales Alanís, Javier, (2012), *Acústica en espacios y en los volúmenes arquitectónico*, México Tillas.
29. Moser, M. Y Barros, J. L., (2009), *Ingeniería Acústica: Teoría y aplicaciones*, Alemania, Ed. Springer.
30. R. Jáuregui, Jorge, (1971), *El mundo del sonido*, Argentina, Buenos Aires, Ed. Bell.
31. Rejano de la Rosa Manuel, (2000), *Ruido Industrial y Urbano*, España, Ed. Paraninfo Thomson Learning.
32. Robert Barti Domingo, (2011), *Acústica medio ambiental*, España, Ed. Club Universitario.

33. Tatárinov V.G., (1987), *Anatomía y Fisiología humanas*, México, Ed. Mir.
34. Veritas, Bareu, (2000), *Espacios, volúmenes y sonido: guía de sonorizaciones*, Barcelona, España, Ed. Bouyer.
35. Werner Federico Antonio, ET. AL., (1990), *El ruido y la audición*, Argentina, Ed. AD-HOC S. R. L.
36. William W., Seto, (1977), *Teoría y problemas de acústica*, México, Ed. LIBROS Mc GRAW-HELL.

• REVISTAS

1. López Barrio, Carles, J.L. y Herranz, K., (2000). *El estudio de los aspectos perceptivos en la acústica ambiental*. En revista *Acústica*, XXXI (3 y 4), 1-5.
2. Ramírez Gonzáles, Alberto, ET. AL., (2010), *El ruido vehicular urbano y su relación con medidas de restricción del flujo de automóviles*, En *Revista Oral; Supplement*, Vol. 11 Issue S2, p11-12, 2p.
3. Morales, C., (2006), *300 millones de personas sufren de contaminación acústica en el mundo: El ruido deja en silencio al planeta*, *Revista cienc Trab*, 8(20), A45-a49.

• TESIS

1. Lozano Villarreal, Eduardo L., (1988), *Tesis acústica para arquitectos*, Monterrey, Nuevo León, México.
2. Valencia Reyes Marco A., (2007), *Sistema distribuido para análisis de ruidos ambientales*, México D.F.

• PAGINAS WEB

1. Alejandro Iván, *Leyes de la termodinámica*, [citado 11 de Diciembre 2013], disponible en: <http://www2.ib.edu.ar/becaib/cd-ib/trabajos/Gobbi.pdf>
2. Abraham. *El ruido, como factor contaminante*, [recuperado 13 de Junio 2013], disponible en: <http://www.ambiente-ecologico.com>
3. González, Mónica, *Física Acústica*, (artículo de estudio), La Guía, publicado 5 de Octubre de 2013, [recuperado 10 de Julio 2013], disponible en: [Física Acústica | La guía de Física http://fisica.laguia2000.com/acustica/fisica-acustica#ixzz2fvdHrsbd](http://fisica.laguia2000.com/acustica/fisica-acustica#ixzz2fvdHrsbd)

4. [Grupo Joven. Selladores, restauradores y selladores de silicón.](http://grupojoben.com/manuales/manual_selladores.htm) [recuperado 09 de Enero 2014], disponible en: http://grupojoben.com/manuales/manual_selladores.htm
5. Half-Baked Software, *Acústica arquitectónica*, [recuperado 09 de Diciembre 2013], disponible en: <http://www.ehu.es/acustica/espanol/salas/acares/acares.html#ENLACES>
6. María, *Física del Sonido, (apuntes de formación profesional y enseñanzas técnicas sobre contaminación atmosférica, ruidos y radiaciones)*, [recuperado 23 de Septiembre 2013], disponible en: <http://html.rincondelvago.com/fisica-del-sonido.html>
7. Organización mundial de la salud, *El ruido en la sociedad: Criterios de salud medioambiental*, [recuperado 11 de Septiembre 2013], disponible en: <http://www.who.int.es/>
8. Pro Audio Galicia, *Acústica arquitectónica*, [recuperado 12 de Julio 2013], disponible en: <http://proaudio.com.es/documentaciontecnicaapuntes/acusticacapitulo4acustica-arquitectonica/>
9. Real Academia Española, (libro de consulta), [recuperado el 1 de Octubre de 2013], disponible en <http://lema.rae.es/drae/>.
10. Santos Rebollo, Julián. *Se combate el rezago en vivienda* (nota periodística) en *La Primera Plana*, 5 de julio 2013, [recuperado 22 de Julio 2013], disponible en: <http://laprimeraplana.com.mx>
11. Universidad nacional abierta y a distancia, *Modulo acústica y fundamentos del sonido*, [recuperado 19 de Diciembre 2013], disponible en: http://datateca.unad.edu.co/contenidos/208042/Contenido_en_linea/index.html
12. [Vicente Aparici Pablo, Método y evaluación de incertidumbre en acústica ambiental.](http://www.caib.es/sacmicrofront/archivopub.do?ctrl=MCRST147Z116103&id=116103) [recuperado 22 de Junio 2013], disponible en: <http://www.caib.es/sacmicrofront/archivopub.do?ctrl=MCRST147Z116103&id=116103>
13. Zúñiga Giménez María D., Blanco Arjona José A. y García Sousa Joaquín. *El ruido, un problema ambiental de primer orden*, [recuperado 13 de Junio 2013], disponible en: <http://www.um.es>

ÍNDICE DE FIGURAS

- 1.1. Ondas con diferentes intensidades
- 1.2. Ondas con diferentes tonos
- 1.3. Ejecución de un ultrasonido a una mujer
- 1.4. Reflexión de las ondas cuando no transmiten o rodean al objeto con el que se encuentran
- 1.5. Sonido reflejado por el obstáculo y convertido en eco
- 1.6. Onda incidente y la onda reflejada en la misma dirección pero en sentidos contrarios
- 1.7. Representación esquemática de la absorción del sonido por un obstáculo
- 1.8. Refracción originada por la onda incidente
- 1.9. Efecto Doppler
- 1.10. Sonómetro digital
- 1.11. Analizador de frecuencias
- 1.12. Dosímetro
- 1.13. Calibrador acústico
- 1.14. Persona que toca el claxon y produce fácilmente un sonido
- 1.15. Persona en la que el ruido ha dejado un efecto sobre su oído
- 1.16. Representación de ruido estable
- 1.17. Representación de ruido fluctuante
- 1.18. Representación de ruido impulsivo
- 1.19. Tráfico rodado en la ciudad de Puebla
- 1.20. Tráfico aéreo
- 1.21. Metro circulando a una gran velocidad
- 1.22. Área de trabajo de la industria alguna industria automotriz
- 1.23. Causantes de ruido intenso en la construcción
- 1.24. Convivencia de alumnos que entre risas y grito pueden causar ruido
- 1.25. Imagen del aparato auditivo y la división del mismo
- 1.26. Oído externo y las partes que lo conforman
- 1.27. Oído medio y las partes que lo conforman
- 1.28. Oído interno y las partes que lo conforman
- 2.1. Imágen de como absorbe el muro la onda cuando incide con el mismo
- 2.2. Momento en que la energía sonora incidente es absorbida por un material acústico
- 2.3. Personas quitando la corteza de un roble, que después será procesada para uso comercial
- 2.4. Revestimiento de paredes con corcho
- 2.5. Absorción del ruido por una fibra mineral colocada en el plafón
- 2.6. Aplicación de espuma sintética tanto en interior como exterior
- 2.7. Aplicación del corcho en dos diferentes formas
- 2.8. Diferentes diseños de materiales resonadores
- 2.9. Conjunto de resonadores diseñado para una sala de concierto
- 2.10. Cámara anecoica creada por los Laboratorios de Orfield en Minnesota, Estados Unidos
- 2.11. Comportamiento de la onda sonora al contacto con un material u objeto
- 2.12. Persona que se está tapando los oídos tratando de percibir el ruido a su alrededor
- 2.13. Incidencia de las ondas en el material que representa a un sonido incidente
- 2.14. Diferentes materiales que pueden ser la superficie sobre la cual chocan las ondas
- 2.15. Reflexión de las ondas en el material que representa a un sonido reflejado u onda reflejada
- 2.16. Sonido directo y sonidos reflejados
- 2.17. Reflectores de sonido
- 2.18. Transmisión del ruido de una habitación a otra, atreves de muros, pisos y plafones
- 2.19. Representación esquemática de la cámara anecoica

- 3.1 Ubicación del Fraccionamiento Los Héroes Puebla en el municipio de Puebla
- 3.2 Colindancias de Fraccionamiento Los Héroes Puebla Segunda Sección
- 3.3 Ubicación del Fraccionamiento en la que se indica el tipo de suelo
- 3.4 Ubicación del Fraccionamiento de acuerdo a las Juntas Auxiliares
- 3.5 Ubicación del Fraccionamiento de acuerdo a categoría de riesgos por deslizamiento
- 3.6 Deslizamiento de la tierra
- 3.7 Ubicación del Fraccionamiento a estudio de acuerdo al Grado de Sismicidad
- 3.8 Ubicación del Fraccionamiento de acuerdo a la categoría de hundimiento
- 3.9 Hundimiento de avenida
- 3.10 Relieve al cual corresponde el fraccionamiento el cual es: piso rocoso o cementado
- 3.11 Vialidades y accesos secundarios a partir de la lateral del Anillo Periférico Ecológico
- 3.12 Polígono que limita Los Héroes Puebla segunda sección
- 3.13 Traza urbana del fraccionamiento a estudio
- 3.14 Medida y distribución de la relación construcción- área verde
- 3.15 Volúmenes y fotografías de la forma en la que se encuentran las viviendas
- 3.16 Remodelación de las viviendas
- 3.17 Medidas de la avenida 16 sur, 18 sur y prolongación 18 sur
- 3.18 Medidas de la avenida 17 oriente
- 3.19 Medidas de las vialidades tipo
- 3.20 Tipos de luminarias con los que cuenta el fraccionamiento
- 3.21 Poste de luz en las avenidas del fraccionamiento
- 3.22 Señalética con la que cuenta el fraccionamiento
- 3.23 Ubicación de la vivienda a estudio dentro del fraccionamiento
- 3.24 Asoleamiento que tiene la casa habitación
- 3.25 Vientos dominantes sobre la casa habitación
- 3.26 Dimensiones y forma de la casa a estudio
- 3.27 Proyección a futuro de las viviendas
- 3.28 Detalle del corte X-X', especificando las medidas de las alturas
- 4.1 Sonómetros digitales empleados para las mediciones acústicas
- 4.2 Plano del acceso de la vivienda que muestra los puntos de la retícula empleada para la medición
- 4.3 Medición del sonido en un punto del acceso de la casa
- 4.4 Plano de la sala-comedor de la vivienda que muestra los puntos de la retícula empleada
- 4.5 Proceso de trazado de la retícula para la sala-comedor
- 4.6 Plano de las escaleras de la vivienda que muestra los puntos de la retícula empleada
- 4.7 Proceso de trazado de la retícula para la escalera
- 4.8 Plano de la recámara de la vivienda que muestra los puntos de la retícula empleada
- 4.9 Proceso de trazado de la retícula para la recámara
- 4.10 Imágenes de las mediciones de temperatura

ÍNDICE DE TABLAS

- 1.1. Efectos fisiológicos que puede causar el ruido
- 1.2. Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Medio Ambiente
- 1.3. Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación originada por emisión de ruido

- 2.1 Coeficientes de absorción de algunos materiales
- 2.2 Coeficientes de reflexión de algunos materiales
- 2.3 Pérdida de Transmisión de Diversos Materiales en Función a la Frecuencia, y Clase de Transmisión Sonora

- 3.1 Colindancias del fraccionamiento
- 3.2 Formas irregulares de las manzanas que hay en el fraccionamiento
- 3.3 Equipamiento cercano al fraccionamiento
- 3.4 Elementos urbanos dentro del fraccionamiento
- 3.5 Área de cada uno de los espacios que conforma la casa habitación
- 3.6 Materiales con lo que se construyó la casa habitación
- 3.7 Acabados de la casa habitación

- 4.1 Resultados de las mediciones de los niveles de ruido en los distintos espacios de la casa y en los tres diferentes horarios
- 4.2 Resultados de los promedios de las mediciones de los niveles de ruido en el plano a una altura de 90 cm sobre el nivel del piso, para cada uno de los espacios de estudio
- 4.3 Propuesta de materiales con propiedades acústicas particulares para mejorar la calidad sonora de las diferentes partes que conforman una vivienda de interés social.

ANEXO B



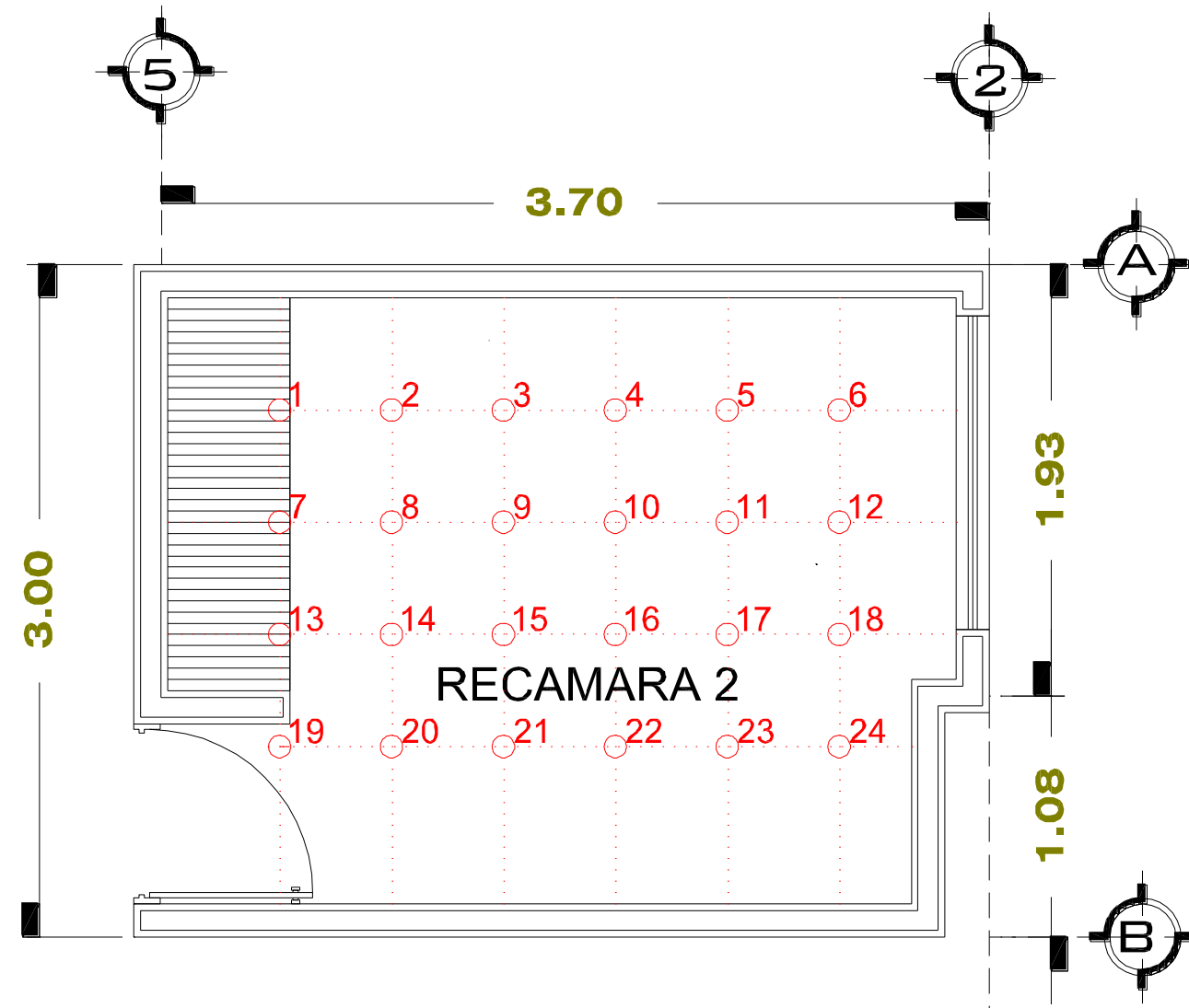


Fig. B.1. Plano de la recamara 2 (sin balcón) de la vivienda, que muestra los puntos de la retícula empleada para la medición del sonido.

| BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA | | | | |
|-------------------------------------------|------------|-----------------------|------------|--------|
| FACULTAD DE ARQUITECTURA | | | | |
| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | |
| AREA DE MEDICIÓN: RECAMARA 2(SIN BALCON) | | ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | DIMENSIÓN: | |
| 21/02/2014 | 7:00 A.M. | 22°C | 9.31 M2 | |
| REGISTRO | MEDICIÓN 1 | MEDICIÓN 2 | PROMEDIO | UNIDAD |
| 1 | 72.8 | 66.4 | 69.6 | dB. |
| 2 | 68.7 | 65.3 | 67.0 | dB. |
| 3 | 71.3 | 66.7 | 69.0 | dB. |
| 4 | 65.7 | 69.6 | 67.7 | dB. |
| 5 | 69.4 | 70.7 | 70.1 | dB. |
| 6 | 66.8 | 68.4 | 67.6 | dB. |
| 7 | 68.7 | 71.4 | 70.1 | dB. |
| 8 | 70.1 | 66 | 68.1 | dB. |
| 9 | 69.4 | 64.5 | 67.0 | dB. |
| 10 | 72.3 | 68.7 | 70.5 | dB. |
| 11 | 71.6 | 65.9 | 68.8 | dB. |
| 12 | 68.9 | 70.1 | 69.5 | dB. |
| 13 | 65.7 | 65.8 | 65.8 | dB. |
| 14 | 70.1 | 69.7 | 69.9 | dB. |
| 15 | 69.8 | 71.4 | 70.6 | dB. |
| 16 | 70.2 | 65.7 | 68.0 | dB. |
| 17 | 71.4 | 68.6 | 70.0 | dB. |
| 18 | 72.4 | 69.8 | 71.1 | dB. |
| 19 | 69.9 | 71.3 | 70.6 | dB. |
| 20 | 70.5 | 67.5 | 69.0 | dB. |
| 21 | 67.9 | 70.5 | 69.2 | dB. |
| 22 | 68.4 | 69.3 | 68.9 | dB. |
| 23 | 69.3 | 66.6 | 68.0 | dB. |
| 24 | 70.1 | 69.8 | 70.0 | dB. |
| PROMEDIO TOTAL | | | 68.9 | dB. |

| BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA | | | | |
|-------------------------------------------|------------|-----------------------|------------|--------|
| FACULTAD DE ARQUITECTURA | | | | |
| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | |
| AREA DE MEDICIÓN: RECAMARA 2(SIN BALCON) | | ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | DIMENSIÓN: | |
| 21/02/2014 | 3:00 P.M. | 29°C | 9.31 M2 | |
| REGISTRO | MEDICIÓN 1 | MEDICIÓN 2 | PROMEDIO | UNIDAD |
| 1 | 68.70 | 66.40 | 67.55 | dB. |
| 2 | 66.50 | 63.20 | 64.85 | dB. |
| 3 | 64.30 | 61.20 | 62.75 | dB. |
| 4 | 63.20 | 60.30 | 61.75 | dB. |
| 5 | 66.90 | 62.70 | 64.80 | dB. |
| 6 | 69.80 | 63.90 | 66.85 | dB. |
| 7 | 65.70 | 66.70 | 66.20 | dB. |
| 8 | 66.70 | 65.90 | 66.30 | dB. |
| 9 | 67.20 | 66.80 | 67.00 | dB. |
| 10 | 64.90 | 67.90 | 66.40 | dB. |
| 11 | 63.80 | 64.30 | 64.05 | dB. |
| 12 | 67.50 | 62.60 | 65.05 | dB. |
| 13 | 64.40 | 63.80 | 64.10 | dB. |
| 14 | 65.70 | 60.10 | 62.90 | dB. |
| 15 | 68.60 | 63.70 | 66.15 | dB. |
| 16 | 66.30 | 65.40 | 65.85 | dB. |
| 17 | 67.50 | 69.60 | 68.55 | dB. |
| 18 | 66.20 | 60.10 | 63.15 | dB. |
| 19 | 65.90 | 62.50 | 64.20 | dB. |
| 20 | 64.30 | 60.60 | 62.45 | dB. |
| 21 | 63.60 | 66.80 | 65.20 | dB. |
| 22 | 66.50 | 64.10 | 65.30 | dB. |
| 23 | 64.70 | 67.80 | 66.25 | dB. |
| 24 | 65.80 | 68.30 | 67.05 | dB. |
| PROMEDIO TOTAL | | | 65.20 | dB. |

| BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA | | | | |
|-------------------------------------------|------------|-----------------------|------------|--------|
| FACULTAD DE ARQUITECTURA | | | | |
| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | |
| AREA DE MEDICIÓN: RECAMARA 2(SIN BALCON) | | ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | DIMENSIÓN: | |
| 21/02/2014 | 8:00 P.M. | 27°C | 9.31 M2 | |
| REGISTRO | MEDICIÓN 1 | MEDICIÓN 2 | PROMEDIO | UNIDAD |
| 1 | 54.70 | 50.10 | 52.40 | dB. |
| 2 | 56.50 | 52.60 | 54.55 | dB. |
| 3 | 58.30 | 53.20 | 55.75 | dB. |
| 4 | 56.70 | 53.60 | 55.15 | dB. |
| 5 | 58.90 | 54.20 | 56.55 | dB. |
| 6 | 57.80 | 51.80 | 54.80 | dB. |
| 7 | 58.30 | 51.80 | 55.05 | dB. |
| 8 | 56.70 | 54.70 | 55.70 | dB. |
| 9 | 58.90 | 57.70 | 58.30 | dB. |
| 10 | 58.90 | 55.80 | 57.35 | dB. |
| 11 | 57.80 | 52.30 | 55.05 | dB. |
| 12 | 58.30 | 50.10 | 54.20 | dB. |
| 13 | 55.80 | 51.80 | 53.80 | dB. |
| 14 | 56.90 | 54.70 | 55.80 | dB. |
| 15 | 58.30 | 57.70 | 58.00 | dB. |
| 16 | 54.80 | 55.80 | 55.30 | dB. |
| 17 | 56.60 | 57.70 | 57.15 | dB. |
| 18 | 57.40 | 55.80 | 56.60 | dB. |
| 19 | 58.70 | 52.30 | 55.50 | dB. |
| 20 | 58.30 | 50.10 | 54.20 | dB. |
| 21 | 54.80 | 53.80 | 54.30 | dB. |
| 22 | 56.60 | 56.90 | 56.75 | dB. |
| 23 | 57.40 | 54.80 | 56.10 | dB. |
| 24 | 58.70 | 53.10 | 55.90 | dB. |
| PROMEDIO TOTAL | | | 55.6 | dB. |


| BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA | | | | |
|-------------------------------------------|------------|-----------------------|------------|--------|
| FACULTAD DE ARQUITECTURA | | | | |
| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | |
| AREA DE MEDICIÓN: RECAMARA 2(SIN BALCON) | | ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | DIMENSIÓN: | |
| 24/02/2014 | 7:00 A.M. | 24°C | 9.31 M2 | |
| REGISTRO | MEDICIÓN 1 | MEDICIÓN 2 | PROMEDIO | UNIDAD |
| 1 | 68.60 | 69.60 | 69.10 | dB. |
| 2 | 66.80 | 66.80 | 66.80 | dB. |
| 3 | 67.30 | 68.40 | 67.85 | dB. |
| 4 | 65.70 | 67.30 | 66.50 | dB. |
| 5 | 69.80 | 69.40 | 69.60 | dB. |
| 6 | 71.40 | 63.70 | 67.55 | dB. |
| 7 | 72.80 | 66.80 | 69.80 | dB. |
| 8 | 68.60 | 62.60 | 65.60 | dB. |
| 9 | 70.10 | 65.80 | 67.95 | dB. |
| 10 | 66.50 | 66.90 | 66.70 | dB. |
| 11 | 69.30 | 62.70 | 66.00 | dB. |
| 12 | 67.80 | 65.80 | 66.80 | dB. |
| 13 | 65.80 | 60.10 | 62.95 | dB. |
| 14 | 63.20 | 63.90 | 63.55 | dB. |
| 15 | 66.50 | 64.80 | 65.65 | dB. |
| 16 | 64.80 | 66.80 | 65.80 | dB. |
| 17 | 66.90 | 64.30 | 65.60 | dB. |
| 18 | 68.50 | 66.80 | 67.65 | dB. |
| 19 | 64.30 | 63.80 | 64.05 | dB. |
| 20 | 62.90 | 65.90 | 64.40 | dB. |
| 21 | 66.90 | 61.90 | 64.40 | dB. |
| 22 | 66.20 | 64.80 | 65.50 | dB. |
| 23 | 69.60 | 66.30 | 67.95 | dB. |
| 24 | 65.30 | 60.10 | 62.70 | dB. |
| PROMEDIO TOTAL | | | 66.3 | dB. |


| BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA | | | | |
|-------------------------------------------|------------|-----------------------|------------|--------|
| FACULTAD DE ARQUITECTURA | | | | |
| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | |
| AREA DE MEDICIÓN: RECAMARA 2(SIN BALCON) | | ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | DIMENSIÓN: | |
| 24/02/2014 | 3:00 P.M. | 31°C | 9.31 M2 | |
| REGISTRO | MEDICIÓN 1 | MEDICIÓN 2 | PROMEDIO | UNIDAD |
| 1 | 71.50 | 73.50 | 72.50 | dB. |
| 2 | 73.60 | 70.80 | 72.20 | dB. |
| 3 | 70.50 | 74.60 | 72.55 | dB. |
| 4 | 72.80 | 72.60 | 72.70 | dB. |
| 5 | 72.60 | 71.60 | 72.10 | dB. |
| 6 | 73.60 | 74.50 | 74.05 | dB. |
| 7 | 70.50 | 73.80 | 72.15 | dB. |
| 8 | 71.40 | 76.50 | 73.95 | dB. |
| 9 | 71.80 | 72.80 | 72.30 | dB. |
| 10 | 73.70 | 70.90 | 72.30 | dB. |
| 11 | 72.90 | 71.60 | 72.25 | dB. |
| 12 | 74.80 | 73.60 | 74.20 | dB. |
| 13 | 73.70 | 74.30 | 74.00 | dB. |
| 14 | 70.10 | 72.80 | 71.45 | dB. |
| 15 | 72.80 | 70.80 | 71.80 | dB. |
| 16 | 73.90 | 73.90 | 73.90 | dB. |
| 17 | 71.70 | 74.80 | 73.25 | dB. |
| 18 | 72.80 | 70.40 | 71.60 | dB. |
| 19 | 73.70 | 71.80 | 72.75 | dB. |
| 20 | 71.80 | 72.50 | 72.15 | dB. |
| 21 | 70.90 | 75.30 | 73.10 | dB. |
| 22 | 70.40 | 73.50 | 71.95 | dB. |
| 23 | 69.80 | 73.80 | 71.80 | dB. |
| 24 | 72.80 | 74.90 | 73.85 | dB. |
| PROMEDIO TOTAL | | | 72.70 | dB. |


| BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA | | | | |
|-------------------------------------------|------------|-----------------------|------------|--------|
| FACULTAD DE ARQUITECTURA | | | | |
| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | |
| AREA DE MEDICIÓN: RECAMARA 2(SIN BALCON) | | ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | DIMENSIÓN: | |
| 24/02/2014 | 8:00 P.M. | 28°C | 9.31 M2 | |
| REGISTRO | MEDICIÓN 1 | MEDICIÓN 2 | PROMEDIO | UNIDAD |
| 1 | 76.20 | 73.50 | 74.85 | dB. |
| 2 | 69.40 | 71.80 | 70.60 | dB. |
| 3 | 68.50 | 72.90 | 70.70 | dB. |
| 4 | 71.50 | 69.40 | 70.45 | dB. |
| 5 | 72.50 | 66.90 | 69.70 | dB. |
| 6 | 67.40 | 70.10 | 68.75 | dB. |
| 7 | 66.40 | 72.30 | 69.35 | dB. |
| 8 | 65.80 | 66.80 | 66.30 | dB. |
| 9 | 67.80 | 68.70 | 68.25 | dB. |
| 10 | 65.70 | 70.10 | 67.90 | dB. |
| 11 | 69.40 | 69.40 | 69.40 | dB. |
| 12 | 66.80 | 72.30 | 69.55 | dB. |
| 13 | 68.70 | 71.60 | 70.15 | dB. |
| 14 | 70.10 | 68.90 | 69.50 | dB. |
| 15 | 69.40 | 65.70 | 67.55 | dB. |
| 16 | 72.30 | 70.10 | 71.20 | dB. |
| 17 | 67.30 | 69.80 | 68.55 | dB. |
| 18 | 69.40 | 70.20 | 69.80 | dB. |
| 19 | 63.70 | 71.40 | 67.55 | dB. |
| 20 | 66.80 | 72.40 | 69.60 | dB. |
| 21 | 62.60 | 69.90 | 66.25 | dB. |
| 22 | 65.80 | 70.50 | 68.15 | dB. |
| 23 | 68.30 | 68.50 | 68.40 | dB. |
| 24 | 66.50 | 71.40 | 68.95 | dB. |
| PROMEDIO TOTAL | | | 69.23 | dB. |





Fig. B.2. Plano de las escaleras de la vivienda, que muestra los puntos de la retícula empleada para la medición del sonido.


| BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA | |  | | |
|-------------------------------------------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------|------------|
| FACULTAD DE ARQUITECTURA | | | | |
| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | |
| AREA DE MEDICIÓN: ESCALERAS | | ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | DIMENSIÓN: | |
| 21/02/2014 | 7:50 A.M. | 20°C | 3.04 M2 | |
| REGISTRO | MEDICIÓN 1 | MEDICIÓN 2 | PROMEDIO | UNIDAD |
| 1 | 65.3 | 70.1 | 67.70 | dB. |
| 2 | 67.8 | 70.5 | 69.15 | dB. |
| 3 | 68.4 | 67.8 | 68.10 | dB. |
| 4 | 63.9 | 69.7 | 66.80 | dB. |
| 5 | 66.8 | 69.7 | 68.25 | dB. |
| 6 | 69.1 | 70.2 | 69.65 | dB. |
| 7 | 65.8 | 65.8 | 65.80 | dB. |
| 8 | 66.8 | 68.8 | 67.80 | dB. |
| 9 | 69.8 | 70.1 | 69.95 | dB. |
| 10 | 68.7 | 71.6 | 70.15 | dB. |
| 11 | 70.1 | 68.3 | 69.20 | dB. |
| 12 | 67.9 | 65.2 | 66.55 | dB. |
| 13 | 68.9 | 66.7 | 67.80 | dB. |
| 14 | 70.3 | 68.6 | 69.45 | dB. |
| 15 | 66.9 | 69.3 | 68.10 | dB. |
| PROMEDIO TOTAL | | | 68.30 | dB. |

| BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA | |  | | |
|-------------------------------------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------|------------|
| FACULTAD DE ARQUITECTURA | | | | |
| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | |
| AREA DE MEDICIÓN: ESCALERAS | | ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | DIMENSIÓN: | |
| 21/02/2014 | 3:50 P.M. | 26°C | 3.04 M2 | |
| REGISTRO | MEDICIÓN 1 | MEDICIÓN 2 | PROMEDIO | UNIDAD |
| 1 | 60.10 | 63.50 | 61.80 | dB. |
| 2 | 60.50 | 60.50 | 60.50 | dB. |
| 3 | 64.30 | 61.20 | 62.75 | dB. |
| 4 | 66.70 | 62.50 | 64.60 | dB. |
| 5 | 64.30 | 65.80 | 65.05 | dB. |
| 6 | 65.90 | 60.10 | 63.00 | dB. |
| 7 | 60.80 | 63.90 | 62.35 | dB. |
| 8 | 65.70 | 64.80 | 65.25 | dB. |
| 9 | 62.50 | 66.80 | 64.65 | dB. |
| 10 | 64.30 | 64.30 | 64.30 | dB. |
| 11 | 63.80 | 66.80 | 65.30 | dB. |
| 12 | 68.70 | 69.60 | 69.15 | dB. |
| 13 | 69.80 | 67.60 | 68.70 | dB. |
| 14 | 64.40 | 65.80 | 65.10 | dB. |
| 15 | 61.80 | 62.80 | 62.30 | dB. |
| PROMEDIO TOTAL | | | 64.32 | dB. |

| BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA | |  | | |
|-------------------------------------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------|------------|
| FACULTAD DE ARQUITECTURA | | | | |
| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | |
| AREA DE MEDICIÓN: ESCALERAS | | ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | DIMENSIÓN: | |
| 21/02/2014 | 8:50 P.M. | 25°C | 3.04 M2 | |
| REGISTRO | MEDICIÓN 1 | MEDICIÓN 2 | PROMEDIO | UNIDAD |
| 1 | 51.80 | 48.70 | 50.25 | dB. |
| 2 | 51.80 | 54.90 | 53.35 | dB. |
| 3 | 54.70 | 52.90 | 53.80 | dB. |
| 4 | 57.70 | 55.80 | 56.75 | dB. |
| 5 | 55.80 | 56.20 | 56.00 | dB. |
| 6 | 52.30 | 52.40 | 52.35 | dB. |
| 7 | 56.70 | 56.30 | 56.50 | dB. |
| 8 | 58.90 | 53.80 | 56.35 | dB. |
| 9 | 57.80 | 55.80 | 56.80 | dB. |
| 10 | 58.30 | 52.30 | 55.30 | dB. |
| 11 | 56.40 | 56.70 | 56.55 | dB. |
| 12 | 54.30 | 58.90 | 56.60 | dB. |
| 13 | 52.10 | 56.90 | 54.50 | dB. |
| 14 | 53.60 | 52.50 | 53.05 | dB. |
| 15 | 54.80 | 50.30 | 52.55 | dB. |
| PROMEDIO TOTAL | | | 54.71 | dB. |

| BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA | |  | | |
|-------------------------------------------|------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------|------------|
| FACULTAD DE ARQUITECTURA | | | | |
| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | |
| AREA DE MEDICIÓN: ESCALERAS | | ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | DIMENSIÓN: | |
| 24/02/2014 | 7:50 A.M. | 23°C | 3.04 M2 | |
| REGISTRO | MEDICIÓN 1 | MEDICIÓN 2 | PROMEDIO | UNIDAD |
| 1 | 65.70 | 63.70 | 64.70 | dB. |
| 2 | 66.80 | 62.80 | 64.80 | dB. |
| 3 | 63.60 | 61.70 | 62.65 | dB. |
| 4 | 62.80 | 63.70 | 63.25 | dB. |
| 5 | 65.90 | 63.90 | 64.90 | dB. |
| 6 | 66.80 | 65.80 | 66.30 | dB. |
| 7 | 62.80 | 63.80 | 63.30 | dB. |
| 8 | 63.50 | 68.50 | 66.00 | dB. |
| 9 | 67.30 | 63.80 | 65.55 | dB. |
| 10 | 62.60 | 64.60 | 63.60 | dB. |
| 11 | 64.30 | 68.40 | 66.35 | dB. |
| 12 | 65.80 | 65.80 | 65.80 | dB. |
| 13 | 62.30 | 66.40 | 64.35 | dB. |
| 14 | 60.50 | 62.50 | 61.50 | dB. |
| 15 | 61.80 | 65.80 | 63.80 | dB. |
| PROMEDIO TOTAL | | | 64.46 | dB. |

| BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA | |  | | |
|-------------------------------------------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------|------------|
| FACULTAD DE ARQUITECTURA | | | | |
| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | |
| AREA DE MEDICIÓN: ESCALERAS | | ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | DIMENSIÓN: | |
| 24/02/2014 | 3:50 P.M. | 28°C | 3.04 M2 | |
| REGISTRO | MEDICIÓN 1 | MEDICIÓN 2 | PROMEDIO | UNIDAD |
| 1 | 72.80 | 72.80 | 72.80 | dB. |
| 2 | 74.30 | 68.70 | 71.50 | dB. |
| 3 | 73.80 | 71.30 | 72.55 | dB. |
| 4 | 70.90 | 65.70 | 68.30 | dB. |
| 5 | 74.70 | 69.40 | 72.05 | dB. |
| 6 | 72.50 | 66.80 | 69.65 | dB. |
| 7 | 70.10 | 68.70 | 69.40 | dB. |
| 8 | 75.60 | 70.10 | 72.85 | dB. |
| 9 | 73.80 | 69.40 | 71.60 | dB. |
| 10 | 72.70 | 72.30 | 72.50 | dB. |
| 11 | 74.90 | 71.60 | 73.25 | dB. |
| 12 | 75.90 | 68.90 | 72.40 | dB. |
| 13 | 72.80 | 65.70 | 69.25 | dB. |
| 14 | 70.90 | 70.10 | 70.50 | dB. |
| 15 | 71.80 | 69.80 | 70.80 | dB. |
| PROMEDIO TOTAL | | | 71.29 | dB. |

| BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA | |  | | |
|-------------------------------------------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------|------------|
| FACULTAD DE ARQUITECTURA | | | | |
| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | |
| AREA DE MEDICIÓN: ESCALERAS | | ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | DIMENSIÓN: | |
| 24/02/2014 | 8:50 P.M. | 25°C | 3.04 M2 | |
| REGISTRO | MEDICIÓN 1 | MEDICIÓN 2 | PROMEDIO | UNIDAD |
| 1 | 71.30 | 71.60 | 71.45 | dB. |
| 2 | 65.70 | 68.90 | 67.30 | dB. |
| 3 | 69.40 | 65.70 | 67.55 | dB. |
| 4 | 66.80 | 70.10 | 68.45 | dB. |
| 5 | 68.70 | 69.80 | 69.25 | dB. |
| 6 | 70.10 | 70.20 | 70.15 | dB. |
| 7 | 69.40 | 71.40 | 70.40 | dB. |
| 8 | 72.30 | 67.90 | 70.10 | dB. |
| 9 | 72.40 | 68.40 | 70.40 | dB. |
| 10 | 69.90 | 69.30 | 69.60 | dB. |
| 11 | 70.50 | 70.10 | 70.30 | dB. |
| 12 | 68.40 | 70.30 | 69.35 | dB. |
| 13 | 67.90 | 69.30 | 68.60 | dB. |
| 14 | 71.60 | 69.50 | 70.55 | dB. |
| 15 | 69.20 | 70.40 | 69.80 | dB. |
| PROMEDIO TOTAL | | | 69.55 | dB. |

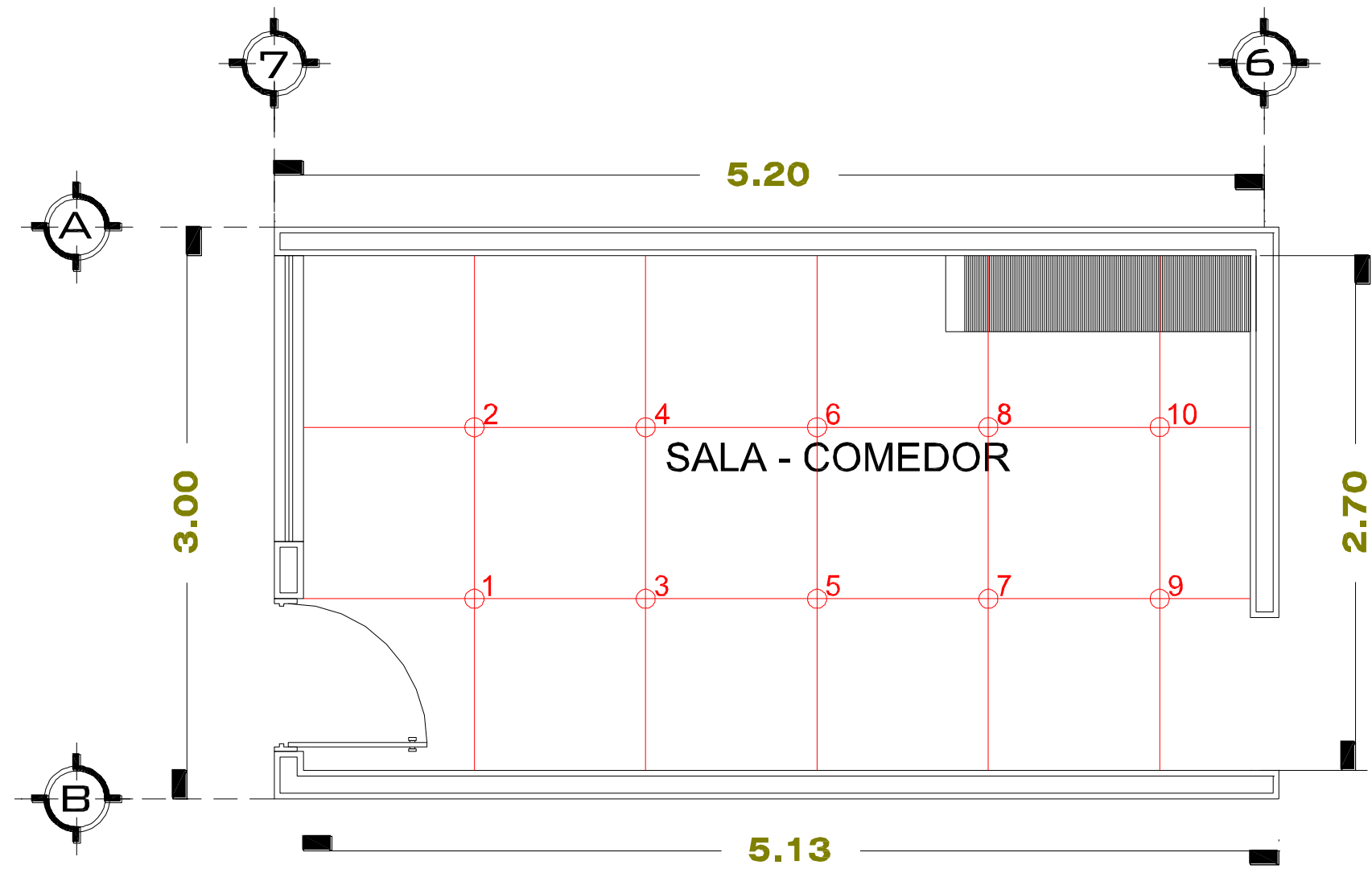


Fig. B.3. Plano de las escaleras de la sala - comedor, que muestra los puntos de la retícula empleada para la medición del sonido.

SALA - COMEDOR

| BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA | | | | |
|-------------------------------------------|------------|-----------------------|------------|--------|
| FACULTAD DE ARQUITECTURA | | | | |
| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | |
| AREA DE MEDICIÓN: SALA COMEDOR | | ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | DIMENSIÓN: | |
| 21/02/2014 | 8:30 A.M. | 20°C | 13.85 M2 | |
| REGISTRO | MEDICIÓN 1 | MEDICIÓN 2 | PROMEDIO | UNIDAD |
| 1 | 70.6 | 66.8 | 68.70 | dB. |
| 2 | 67.7 | 62.3 | 65.00 | dB. |
| 3 | 67.3 | 70.4 | 68.85 | dB. |
| 4 | 65.7 | 68.9 | 67.30 | dB. |
| 5 | 69.8 | 71.4 | 70.60 | dB. |
| 6 | 71.4 | 73.5 | 72.45 | dB. |
| 7 | 72.8 | 69.8 | 71.30 | dB. |
| 8 | 68.6 | 71.4 | 70.00 | dB. |
| 9 | 70.1 | 72.6 | 71.35 | dB. |
| 10 | 66.5 | 69.8 | 68.15 | dB. |
| PROMEDIO TOTAL | | | 69.37 | dB. |

| BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA | | | | |
|-------------------------------------------|------------|-----------------------|------------|--------|
| FACULTAD DE ARQUITECTURA | | | | |
| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | |
| AREA DE MEDICIÓN: SALA COMEDOR | | ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | DIMENSIÓN: | |
| 21/02/2014 | 4:30 P.M. | 26°C | 13.85 M2 | |
| REGISTRO | MEDICIÓN 1 | MEDICIÓN 2 | PROMEDIO | UNIDAD |
| 1 | 65.40 | 62.40 | 63.90 | dB. |
| 2 | 66.10 | 63.50 | 64.80 | dB. |
| 3 | 62.40 | 61.40 | 61.90 | dB. |
| 4 | 61.70 | 60.20 | 60.95 | dB. |
| 5 | 63.80 | 64.30 | 64.05 | dB. |
| 6 | 60.40 | 62.60 | 61.50 | dB. |
| 7 | 64.30 | 61.60 | 62.95 | dB. |
| 8 | 62.80 | 63.60 | 63.20 | dB. |
| 9 | 69.60 | 62.70 | 66.15 | dB. |
| 10 | 67.50 | 63.80 | 65.65 | dB. |
| PROMEDIO TOTAL | | | 63.51 | dB. |

| BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA | | | | |
|-------------------------------------------|------------|-----------------------|------------|--------|
| FACULTAD DE ARQUITECTURA | | | | |
| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | |
| AREA DE MEDICIÓN: SALA COMEDOR | | ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | DIMENSIÓN: | |
| 21/02/2014 | 9:30 P.M. | 25°C | 13.85 M2 | |
| REGISTRO | MEDICIÓN 1 | MEDICIÓN 2 | PROMEDIO | UNIDAD |
| 1 | 50.40 | 51.80 | 51.10 | dB. |
| 2 | 53.70 | 52.80 | 53.25 | dB. |
| 3 | 52.80 | 54.70 | 53.75 | dB. |
| 4 | 56.90 | 56.80 | 56.85 | dB. |
| 5 | 51.50 | 53.70 | 52.60 | dB. |
| 6 | 50.60 | 59.80 | 55.20 | dB. |
| 7 | 53.40 | 58.60 | 56.00 | dB. |
| 8 | 52.60 | 57.90 | 55.25 | dB. |
| 9 | 54.70 | 57.60 | 56.15 | dB. |
| 10 | 56.70 | 58.90 | 57.80 | dB. |
| PROMEDIO TOTAL | | | 54.80 | dB. |

| BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA | | | | |
|-------------------------------------------|------------|-----------------------|------------|--------|
| FACULTAD DE ARQUITECTURA | | | | |
| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | |
| AREA DE MEDICIÓN: SALA COMEDOR | | ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | DIMENSIÓN: | |
| 24/02/2014 | 8:30 A.M. | 22°C | 13.85 M2 | |
| REGISTRO | MEDICIÓN 1 | MEDICIÓN 2 | PROMEDIO | UNIDAD |
| 1 | 64.60 | 68.70 | 66.65 | dB. |
| 2 | 63.80 | 66.40 | 65.10 | dB. |
| 3 | 66.30 | 68.90 | 67.60 | dB. |
| 4 | 67.50 | 66.60 | 67.05 | dB. |
| 5 | 63.80 | 63.60 | 63.70 | dB. |
| 6 | 64.70 | 65.90 | 65.30 | dB. |
| 7 | 60.10 | 63.20 | 61.65 | dB. |
| 8 | 66.60 | 61.70 | 64.15 | dB. |
| 9 | 69.80 | 63.90 | 66.85 | dB. |
| 10 | 63.70 | 67.40 | 65.55 | dB. |
| PROMEDIO TOTAL | | | 65.36 | dB. |

| BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA | | | | |
|-------------------------------------------|------------|-----------------------|------------|--------|
| FACULTAD DE ARQUITECTURA | | | | |
| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | |
| AREA DE MEDICIÓN: SALA COMEDOR | | ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | DIMENSIÓN: | |
| 24/02/2014 | 4:30 P.M. | 28°C | 13.85 M2 | |
| REGISTRO | MEDICIÓN 1 | MEDICIÓN 2 | PROMEDIO | UNIDAD |
| 1 | 72.80 | 75.60 | 74.20 | dB. |
| 2 | 73.10 | 73.80 | 73.45 | dB. |
| 3 | 74.70 | 71.90 | 73.30 | dB. |
| 4 | 71.90 | 74.80 | 73.35 | dB. |
| 5 | 73.60 | 73.90 | 73.75 | dB. |
| 6 | 70.50 | 74.30 | 72.40 | dB. |
| 7 | 71.40 | 72.70 | 72.05 | dB. |
| 8 | 71.80 | 73.80 | 72.80 | dB. |
| 9 | 74.80 | 74.90 | 74.85 | dB. |
| 10 | 73.60 | 74.20 | 73.90 | dB. |
| PROMEDIO TOTAL | | | 73.41 | dB. |

| BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA | | | | |
|-------------------------------------------|------------|-----------------------|------------|--------|
| FACULTAD DE ARQUITECTURA | | | | |
| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | |
| AREA DE MEDICIÓN: SALA COMEDOR | | ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | DIMENSIÓN: | |
| 24/02/2014 | 9:30 P.M. | 25°C | 13.85 M2 | |
| REGISTRO | MEDICIÓN 1 | MEDICIÓN 2 | PROMEDIO | UNIDAD |
| 1 | 68.50 | 70.10 | 69.30 | dB. |
| 2 | 67.90 | 69.40 | 68.65 | dB. |
| 3 | 69.50 | 67.80 | 68.65 | dB. |
| 4 | 72.40 | 69.70 | 71.05 | dB. |
| 5 | 70.10 | 68.90 | 69.50 | dB. |
| 6 | 69.20 | 70.30 | 69.75 | dB. |
| 7 | 66.80 | 69.40 | 68.10 | dB. |
| 8 | 69.10 | 67.20 | 68.15 | dB. |
| 9 | 67.80 | 72.30 | 70.05 | dB. |
| 10 | 66.80 | 68.00 | 67.40 | dB. |
| PROMEDIO TOTAL | | | 69.06 | dB. |

| BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA | | | | |
|-------------------------------------------|------------|-----------------------|------------|--------|
| FACULTAD DE ARQUITECTURA | | | | |
| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | |
| AREA DE MEDICIÓN: SALA COMEDOR | | ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | DIMENSIÓN: | |
| 26/02/2014 | 8:30 A.M. | 20°C | 13.85 M2 | |
| REGISTRO | MEDICIÓN 1 | MEDICIÓN 2 | PROMEDIO | UNIDAD |
| 1 | 81.20 | 79.40 | 80.30 | dB. |
| 2 | 79.50 | 80.20 | 79.85 | dB. |
| 3 | 79.40 | 81.30 | 80.35 | dB. |
| 4 | 78.50 | 78.40 | 78.45 | dB. |
| 5 | 78.30 | 80.40 | 79.35 | dB. |
| 6 | 76.80 | 80.10 | 78.45 | dB. |
| 7 | 79.80 | 78.30 | 79.05 | dB. |
| 8 | 79.70 | 79.60 | 79.65 | dB. |
| 9 | 81.60 | 78.60 | 80.10 | dB. |
| 10 | 80.40 | 80.30 | 80.35 | dB. |
| PROMEDIO TOTAL | | | 79.59 | dB. |

| BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA | | | | |
|-------------------------------------------|------------|-----------------------|------------|--------|
| FACULTAD DE ARQUITECTURA | | | | |
| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | |
| AREA DE MEDICIÓN: SALA COMEDOR | | ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | DIMENSIÓN: | |
| 26/02/2014 | 4:30 P.M. | 26°C | 13.85 M2 | |
| REGISTRO | MEDICIÓN 1 | MEDICIÓN 2 | PROMEDIO | UNIDAD |
| 1 | 78.40 | 80.40 | 79.40 | dB. |
| 2 | 79.30 | 81.30 | 80.30 | dB. |
| 3 | 76.50 | 82.40 | 79.45 | dB. |
| 4 | 79.50 | 81.20 | 80.35 | dB. |
| 5 | 80.10 | 79.50 | 79.80 | dB. |
| 6 | 80.40 | 78.30 | 79.35 | dB. |
| 7 | 81.30 | 81.60 | 81.45 | dB. |
| 8 | 80.10 | 82.60 | 81.35 | dB. |
| 9 | 78.50 | 78.90 | 78.70 | dB. |
| 10 | 79.70 | 79.50 | 79.60 | dB. |
| PROMEDIO TOTAL | | | 79.98 | dB. |

| BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA | | | | |
|-------------------------------------------|------------|-----------------------|------------|--------|
| FACULTAD DE ARQUITECTURA | | | | |
| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | |
| AREA DE MEDICIÓN: SALA COMEDOR | | ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | DIMENSIÓN: | |
| 26/02/2014 | 9:30 P.M. | 25°C | 13.85 M2 | |
| REGISTRO | MEDICIÓN 1 | MEDICIÓN 2 | PROMEDIO | UNIDAD |
| 1 | 69.80 | 70.10 | 69.95 | dB. |
| 2 | 69.30 | 72.30 | 70.80 | dB. |
| 3 | 68.70 | 69.60 | 69.15 | dB. |
| 4 | 70.10 | 68.50 | 69.30 | dB. |
| 5 | 72.40 | 70.40 | 71.40 | dB. |
| 6 | 70.50 | 69.30 | 69.90 | dB. |
| 7 | 69.60 | 71.20 | 70.40 | dB. |
| 8 | 68.70 | 69.30 | 69.00 | dB. |
| 9 | 67.80 | 69.20 | 68.50 | dB. |
| 10 | 68.00 | 69.50 | 68.75 | dB. |
| PROMEDIO TOTAL | | | 69.72 | dB. |

| BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA | | | | |
|-------------------------------------------|------------|-----------------------|------------|--------|
| FACULTAD DE ARQUITECTURA | | | | |
| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | |
| AREA DE MEDICIÓN: SALA COMEDOR | | ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | DIMENSIÓN: | |
| 28/02/2014 | 8:30 A.M. | 20°C | 13.85 M2 | |
| REGISTRO | MEDICIÓN 1 | MEDICIÓN 2 | PROMEDIO | UNIDAD |
| 1 | 88.50 | 85.30 | 86.90 | dB. |
| 2 | 84.30 | 80.10 | 82.20 | dB. |
| 3 | 87.60 | 82.50 | 85.05 | dB. |
| 4 | 86.60 | 82.90 | 84.75 | dB. |
| 5 | 89.70 | 83.90 | 86.80 | dB. |
| 6 | 83.10 | 85.30 | 84.20 | dB. |
| 7 | 82.70 | 86.50 | 84.60 | dB. |
| 8 | 85.30 | 82.90 | 84.10 | dB. |
| 9 | 85.70 | 81.20 | 83.45 | dB. |
| 10 | 89.30 | 80.70 | 85.00 | dB. |
| PROMEDIO TOTAL | | | 84.71 | dB. |

| BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA | | | | |
|-------------------------------------------|------------|-----------------------|------------|--------|
| FACULTAD DE ARQUITECTURA | | | | |
| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | |
| AREA DE MEDICIÓN: SALA COMEDOR | | ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | DIMENSIÓN: | |
| 28/02/2014 | 4:30 P.M. | 27°C | 13.85 M2 | |
| REGISTRO | MEDICIÓN 1 | MEDICIÓN 2 | PROMEDIO | UNIDAD |
| 1 | 56.80 | 59.50 | 58.15 | dB. |
| 2 | 58.70 | 58.30 | 58.50 | dB. |
| 3 | 59.30 | 56.40 | 57.85 | dB. |
| 4 | 57.10 | 53.20 | 55.15 | dB. |
| 5 | 57.20 | 57.80 | 57.50 | dB. |
| 6 | 53.20 | 59.30 | 56.25 | dB. |
| 7 | 58.50 | 58.70 | 58.60 | dB. |
| 8 | 57.90 | 55.60 | 56.75 | dB. |
| 9 | 56.30 | 57.90 | 57.10 | dB. |
| 10 | 55.20 | 50.10 | 52.65 | dB. |
| PROMEDIO TOTAL | | | 56.85 | dB. |

| BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA | | | | |
|-------------------------------------------|------------|-----------------------|------------|--------|
| FACULTAD DE ARQUITECTURA | | | | |
| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | |
| AREA DE MEDICIÓN: SALA COMEDOR | | ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | DIMENSIÓN: | |
| 28/02/2014 | 9:30 P.M. | 23°C | 13.85 M2 | |
| REGISTRO | MEDICIÓN 1 | MEDICIÓN 2 | PROMEDIO | UNIDAD |
| 1 | 63.60 | 71.50 | 67.55 | dB. |
| 2 | 65.70 | 72.30 | 69.00 | dB. |
| 3 | 71.80 | 69.40 | 70.60 | dB. |
| 4 | 73.50 | 72.50 | 73.00 | dB. |
| 5 | 72.60 | 67.60 | 70.10 | dB. |
| 6 | 66.80 | 72.60 | 69.70 | dB. |
| 7 | 61.60 | 68.60 | 65.10 | dB. |
| 8 | 79.50 | 69.50 | 74.50 | dB. |
| 9 | 73.60 | 71.30 | 72.45 | dB. |
| 10 | 65.70 | 65.70 | 65.70 | dB. |
| PROMEDIO TOTAL | | | 69.77 | dB. |

| BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA | | | | |
|-------------------------------------------|------------|-----------------------|------------|--------|
| FACULTAD DE ARQUITECTURA | | | | |
| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | |
| AREA DE MEDICIÓN: SALA COMEDOR | | ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | DIMENSIÓN: | |
| 03/03/2014 | 8:30 A.M. | 22°C | 13.85 M2 | |
| REGISTRO | MEDICIÓN 1 | MEDICIÓN 2 | PROMEDIO | UNIDAD |
| 1 | 76.30 | 56.80 | 66.55 | dB. |
| 2 | 59.80 | 59.30 | 59.55 | dB. |
| 3 | 57.90 | 61.40 | 59.65 | dB. |
| 4 | 68.60 | 63.80 | 66.20 | dB. |
| 5 | 67.30 | 66.70 | 67.00 | dB. |
| 6 | 72.60 | 61.40 | 67.00 | dB. |
| 7 | 73.80 | 58.30 | 66.05 | dB. |
| 8 | 69.70 | 62.30 | 66.00 | dB. |
| 9 | 71.50 | 61.30 | 66.40 | dB. |
| 10 | 70.80 | 57.90 | 64.35 | dB. |
| PROMEDIO TOTAL | | | 64.88 | dB. |

| BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA | | | | |
|-------------------------------------------|------------|-----------------------|------------|--------|
| FACULTAD DE ARQUITECTURA | | | | |
| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | |
| AREA DE MEDICIÓN: SALA COMEDOR | | ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | DIMENSIÓN: | |
| 03/03/2014 | 4:30 P.M. | 29°C | 13.85 M2 | |
| REGISTRO | MEDICIÓN 1 | MEDICIÓN 2 | PROMEDIO | UNIDAD |
| 1 | 62.80 | 64.30 | 63.55 | dB. |
| 2 | 61.90 | 66.40 | 64.15 | dB. |
| 3 | 73.40 | 63.80 | 68.60 | dB. |
| 4 | 62.80 | 62.80 | 62.80 | dB. |
| 5 | 75.60 | 69.40 | 72.50 | dB. |
| 6 | 69.80 | 70.10 | 69.95 | dB. |
| 7 | 70.90 | 68.30 | 69.60 | dB. |
| 8 | 71.80 | 70.60 | 71.20 | dB. |
| 9 | 66.90 | 70.10 | 68.50 | dB. |
| 10 | 74.80 | 72.60 | 73.70 | dB. |
| PROMEDIO TOTAL | | | 68.46 | dB. |

| BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA | | | | |
|-------------------------------------------|------------|-----------------------|------------|--------|
| FACULTAD DE ARQUITECTURA | | | | |
| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | |
| AREA DE MEDICIÓN: SALA COMEDOR | | ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | DIMENSIÓN: | |
| 03/03/2014 | 9:30 P.M. | 22°C | 13.85 M2 | |
| REGISTRO | MEDICIÓN 1 | MEDICIÓN 2 | PROMEDIO | UNIDAD |
| 1 | 67.80 | 66.40 | 67.10 | dB. |
| 2 | 76.90 | 73.80 | 75.35 | dB. |
| 3 | 66.80 | 65.90 | 66.35 | dB. |
| 4 | 69.60 | 73.90 | 71.75 | dB. |
| 5 | 73.50 | 68.60 | 71.05 | dB. |
| 6 | 72.80 | 71.40 | 72.10 | dB. |
| 7 | 69.50 | 69.30 | 69.40 | dB. |
| 8 | 63.80 | 74.80 | 69.30 | dB. |
| 9 | 72.60 | 67.50 | 70.05 | dB. |
| 10 | 68.80 | 70.90 | 69.85 | dB. |
| PROMEDIO TOTAL | | | 70.23 | dB. |

| BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA | | | | |
|-------------------------------------------|------------|-----------------------|------------|--------|
| FACULTAD DE ARQUITECTURA | | | | |
| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | |
| AREA DE MEDICIÓN: SALA COMEDOR | | ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | DIMENSIÓN: | |
| 05/03/2014 | 8:30 A.M. | 22°C | 13.85 M2 | |
| REGISTRO | MEDICIÓN 1 | MEDICIÓN 2 | PROMEDIO | UNIDAD |
| 1 | 71.90 | 73.60 | 72.75 | dB. |
| 2 | 73.40 | 77.50 | 75.45 | dB. |
| 3 | 82.90 | 79.20 | 81.05 | dB. |
| 4 | 80.10 | 82.50 | 81.30 | dB. |
| 5 | 77.50 | 86.30 | 81.90 | dB. |
| 6 | 74.30 | 76.10 | 75.20 | dB. |
| 7 | 83.20 | 82.80 | 83.00 | dB. |
| 8 | 84.60 | 80.90 | 82.75 | dB. |
| 9 | 71.40 | 78.50 | 74.95 | dB. |
| 10 | 81.70 | 83.70 | 82.70 | dB. |
| PROMEDIO TOTAL | | | 79.11 | dB. |

| BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA | | | | |
|-------------------------------------------|------------|-----------------------|------------|--------|
| FACULTAD DE ARQUITECTURA | | | | |
| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | |
| AREA DE MEDICIÓN: SALA COMEDOR | | ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | DIMENSIÓN: | |
| 05/03/2014 | 4:30 P.M. | 32°C | 13.85 M2 | |
| REGISTRO | MEDICIÓN 1 | MEDICIÓN 2 | PROMEDIO | UNIDAD |
| 1 | 81.60 | 76.80 | 79.20 | dB. |
| 2 | 80.60 | 73.90 | 77.25 | dB. |
| 3 | 81.40 | 83.60 | 82.50 | dB. |
| 4 | 81.60 | 84.30 | 82.95 | dB. |
| 5 | 80.70 | 74.70 | 77.70 | dB. |
| 6 | 79.30 | 79.30 | 79.30 | dB. |
| 7 | 79.70 | 75.80 | 77.75 | dB. |
| 8 | 82.50 | 76.70 | 79.60 | dB. |
| 9 | 78.30 | 79.50 | 78.90 | dB. |
| 10 | 83.70 | 81.10 | 82.40 | dB. |
| PROMEDIO TOTAL | | | 79.76 | dB. |

| BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA | | | | |
|-------------------------------------------|------------|-----------------------|------------|--------|
| FACULTAD DE ARQUITECTURA | | | | |
| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | |
| AREA DE MEDICIÓN: SALA COMEDOR | | ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | DIMENSIÓN: | |
| 05/03/2014 | 9:30 P.M. | 24°C | 13.85 M2 | |
| REGISTRO | MEDICIÓN 1 | MEDICIÓN 2 | PROMEDIO | UNIDAD |
| 1 | 98.50 | 105.60 | 102.05 | dB. |
| 2 | 99.30 | 97.80 | 98.55 | dB. |
| 3 | 101.80 | 99.30 | 100.55 | dB. |
| 4 | 86.80 | 104.30 | 95.55 | dB. |
| 5 | 99.30 | 102.60 | 100.95 | dB. |
| 6 | 95.30 | 97.80 | 96.55 | dB. |
| 7 | 106.30 | 103.20 | 104.75 | dB. |
| 8 | 97.30 | 96.80 | 97.05 | dB. |
| 9 | 101.10 | 89.80 | 95.45 | dB. |
| 10 | 87.90 | 97.40 | 92.65 | dB. |
| PROMEDIO TOTAL | | | 98.41 | dB. |

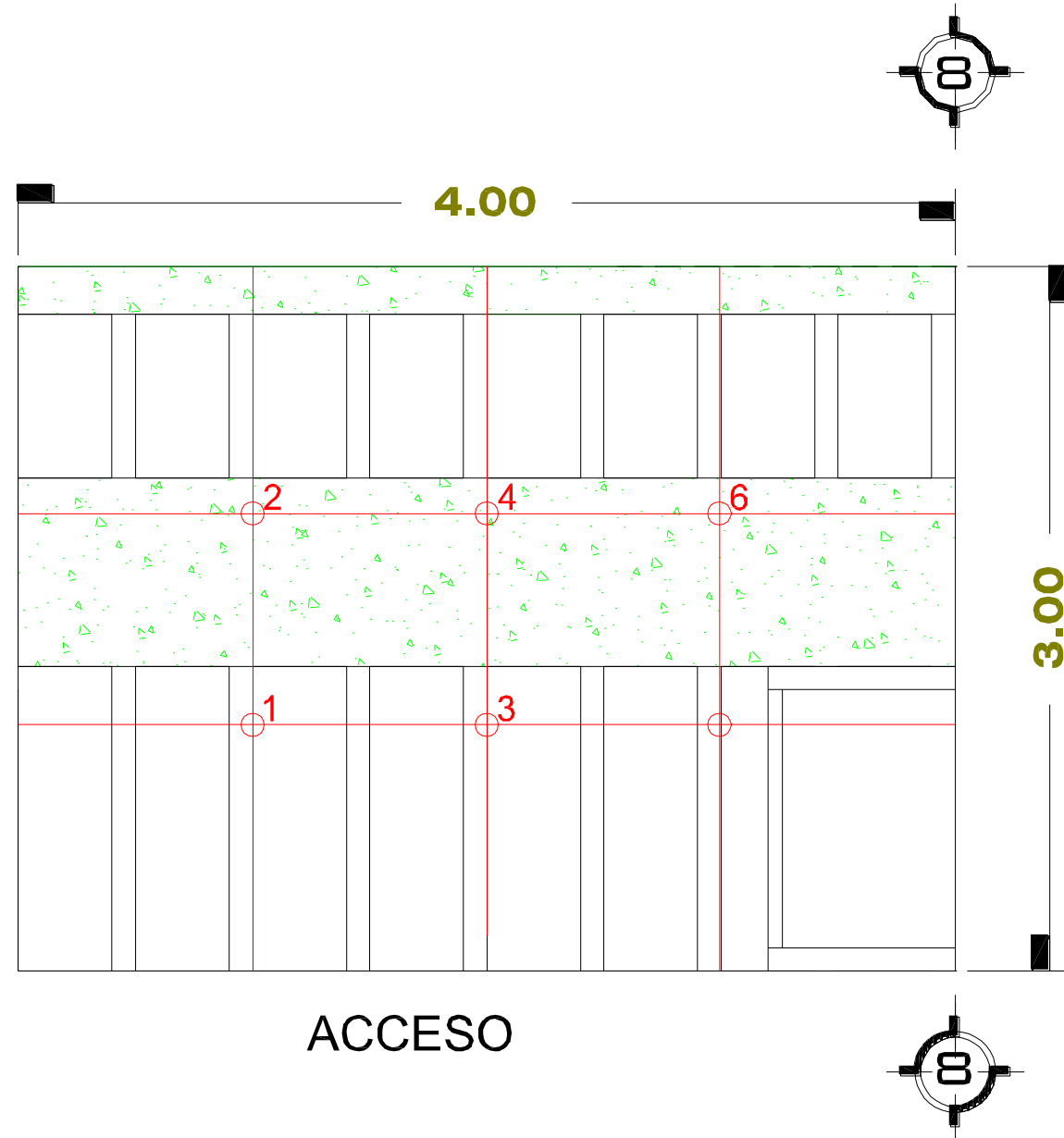


Fig. B.4. Plano del acceso, que muestra los puntos de la retícula empleada para la medición del sonido.

ACCESO / ENTRADA

| BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA | | FACULTAD DE ARQUITECTURA | | INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | |
|-------------------------------------------|------------|--------------------------|------------|-------------------------------|--|
| AREA DE MEDICIÓN: ENTRADA | | ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | DIMENSIÓN: | | |
| 21/02/2014 | 9:00 A.M. | 19°C | 12.00 M2 | | |
| REGISTRO | MEDICIÓN 1 | MEDICIÓN 2 | PROMEDIO | UNIDAD | |
| 1 | 69.4 | 72.1 | 70.8 | dB. | |
| 2 | 72.4 | 71.3 | 71.9 | dB. | |
| 3 | 73.6 | 68.7 | 71.2 | dB. | |
| 4 | 68.9 | 69.9 | 69.4 | dB. | |
| 5 | 69.1 | 74.3 | 71.7 | dB. | |
| 6 | 70.0 | 71.8 | 70.9 | dB. | |
| PROMEDIO TOTAL | | | 71.0 | dB. | |

| BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA | | FACULTAD DE ARQUITECTURA | | INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | |
|-------------------------------------------|------------|--------------------------|------------|-------------------------------|--|
| AREA DE MEDICIÓN: ENTRADA | | ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | DIMENSIÓN: | | |
| 21/02/2014 | 5:00 P.M. | 22°C | 12.00 M2 | | |
| REGISTRO | MEDICIÓN 1 | MEDICIÓN 2 | PROMEDIO | UNIDAD | |
| 1 | 72.30 | 72.80 | 72.55 | dB. | |
| 2 | 68.70 | 77.30 | 73.00 | dB. | |
| 3 | 73.70 | 74.70 | 74.20 | dB. | |
| 4 | 75.30 | 73.80 | 74.55 | dB. | |
| 5 | 69.40 | 72.90 | 71.15 | dB. | |
| 6 | 76.30 | 67.60 | 71.95 | dB. | |
| PROMEDIO TOTAL | | | 72.9 | dB. | |

| BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA | | FACULTAD DE ARQUITECTURA | | INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | |
|-------------------------------------------|------------|--------------------------|------------|-------------------------------|--|
| AREA DE MEDICIÓN: ENTRADA | | ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | DIMENSIÓN: | | |
| 21/02/2014 | 10:00 P.M. | 19°C | 12.00 M2 | | |
| REGISTRO | MEDICIÓN 1 | MEDICIÓN 2 | PROMEDIO | UNIDAD | |
| 1 | 62.30 | 58.60 | 60.45 | dB. | |
| 2 | 65.30 | 62.40 | 63.85 | dB. | |
| 3 | 59.80 | 61.90 | 60.85 | dB. | |
| 4 | 67.20 | 57.30 | 62.25 | dB. | |
| 5 | 63.20 | 64.90 | 64.05 | dB. | |
| 6 | 59.90 | 52.80 | 56.35 | dB. | |
| PROMEDIO TOTAL | | | 61.3 | dB. | |

| BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA | | FACULTAD DE ARQUITECTURA | | INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | |
|-------------------------------------------|------------|--------------------------|------------|-------------------------------|--|
| AREA DE MEDICIÓN: ENTRADA | | ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | DIMENSIÓN: | | |
| 24/02/2014 | 9:00 A.M. | 15°C | 12.00 M2 | | |
| REGISTRO | MEDICIÓN 1 | MEDICIÓN 2 | PROMEDIO | UNIDAD | |
| 1 | 69.20 | 72.40 | 70.80 | dB. | |
| 2 | 72.40 | 71.40 | 71.90 | dB. | |
| 3 | 68.40 | 68.90 | 68.65 | dB. | |
| 4 | 71.90 | 69.30 | 70.60 | dB. | |
| 5 | 70.30 | 67.50 | 68.90 | dB. | |
| 6 | 69.30 | 73.70 | 71.50 | dB. | |
| PROMEDIO TOTAL | | | 70.4 | dB. | |

| BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA | | FACULTAD DE ARQUITECTURA | | INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | |
|-------------------------------------------|------------|--------------------------|------------|-------------------------------|--|
| AREA DE MEDICIÓN: ENTRADA | | ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | DIMENSIÓN: | | |
| 24/02/2014 | 5:00 P.M. | 25°C | 12.00 M2 | | |
| REGISTRO | MEDICIÓN 1 | MEDICIÓN 2 | PROMEDIO | UNIDAD | |
| 1 | 76.40 | 68.90 | 72.65 | dB. | |
| 2 | 72.80 | 72.30 | 72.55 | dB. | |
| 3 | 69.70 | 75.80 | 72.75 | dB. | |
| 4 | 73.60 | 66.20 | 69.90 | dB. | |
| 5 | 75.40 | 71.40 | 73.40 | dB. | |
| 6 | 72.90 | 73.80 | 73.35 | dB. | |
| PROMEDIO TOTAL | | | 72.43 | dB. | |

| BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA | | FACULTAD DE ARQUITECTURA | | INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | |
|-------------------------------------------|------------|--------------------------|------------|-------------------------------|--|
| AREA DE MEDICIÓN: ENTRADA | | ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | DIMENSIÓN: | | |
| 24/02/2014 | 10:00 P.M. | 17°C | 12.00 M2 | | |
| REGISTRO | MEDICIÓN 1 | MEDICIÓN 2 | PROMEDIO | UNIDAD | |
| 1 | 74.30 | 76.40 | 75.35 | dB. | |
| 2 | 73.80 | 73.80 | 73.80 | dB. | |
| 3 | 75.40 | 77.20 | 76.30 | dB. | |
| 4 | 72.90 | 72.60 | 72.75 | dB. | |
| 5 | 67.80 | 73.50 | 70.65 | dB. | |
| 6 | 68.40 | 71.40 | 69.90 | dB. | |
| PROMEDIO TOTAL | | | 73.13 | dB. | |

| BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA | | FACULTAD DE ARQUITECTURA | | INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | |
|-------------------------------------------|------------|--------------------------|------------|-------------------------------|--|
| AREA DE MEDICIÓN: ENTRADA | | ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | DIMENSIÓN: | | |
| 26/02/2014 | 9:00 A.M. | 18° | 12.00 M2 | | |
| REGISTRO | MEDICIÓN 1 | MEDICIÓN 2 | PROMEDIO | UNIDAD | |
| 1 | 77.60 | 79.80 | 78.70 | dB. | |
| 2 | 73.50 | 82.30 | 77.90 | dB. | |
| 3 | 74.60 | 78.40 | 76.50 | dB. | |
| 4 | 78.20 | 74.30 | 76.25 | dB. | |
| 5 | 75.20 | 71.80 | 73.50 | dB. | |
| 6 | 71.70 | 75.40 | 73.55 | dB. | |
| PROMEDIO TOTAL | | | 76.07 | dB. | |

| BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA | | FACULTAD DE ARQUITECTURA | | INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | |
|-------------------------------------------|------------|--------------------------|------------|-------------------------------|--|
| AREA DE MEDICIÓN: ENTRADA | | ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | DIMENSIÓN: | | |
| 26/02/2014 | 5:00 P.M. | 23°C | 12.00 M2 | | |
| REGISTRO | MEDICIÓN 1 | MEDICIÓN 2 | PROMEDIO | UNIDAD | |
| 1 | 83.50 | 87.10 | 85.30 | dB. | |
| 2 | 84.60 | 83.60 | 84.10 | dB. | |
| 3 | 89.30 | 85.80 | 87.55 | dB. | |
| 4 | 86.90 | 83.20 | 85.05 | dB. | |
| 5 | 86.00 | 89.30 | 87.65 | dB. | |
| 6 | 80.20 | 86.80 | 83.50 | dB. | |
| PROMEDIO TOTAL | | | 85.53 | dB. | |

| BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA | | FACULTAD DE ARQUITECTURA | | INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | |
|-------------------------------------------|------------|--------------------------|------------|-------------------------------|--|
| AREA DE MEDICIÓN: ENTRADA | | ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | DIMENSIÓN: | | |
| 26/02/2014 | 10:00 P.M. | 17°C | 12.00 M2 | | |
| REGISTRO | MEDICIÓN 1 | MEDICIÓN 2 | PROMEDIO | UNIDAD | |
| 1 | 84.30 | 85.40 | 84.85 | dB. | |
| 2 | 85.90 | 84.20 | 85.05 | dB. | |
| 3 | 89.20 | 89.50 | 89.35 | dB. | |
| 4 | 83.60 | 90.30 | 86.95 | dB. | |
| 5 | 87.40 | 86.10 | 86.75 | dB. | |
| 6 | 82.60 | 85.30 | 83.95 | dB. | |
| PROMEDIO TOTAL | | | 86.15 | dB. | |

ANEXO C





RECAMARA 2 SIN BALCON

| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | | | | |
|------------------------------------------|-----------|--------------|-------------------|------------|------|----------|----------|
| AREA DE MEDICIÓN: RECAMARA 2(SIN BALCON) | | | | | | | |
| ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | | | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | RUIDO PERMISIBLE: | DIMENSIÓN: | | | |
| 21/02/2014 | 7:00 A.M. | 22°C | 45 dB. | 9.31 M2 | | | |
| PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | | | PROMEDIO | UNIDAD |
| NUM. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| REGISTRO | 69.6 | 67.0 | 69.0 | 67.7 | 70.1 | 67.6 | 68.5 dB. |
| NUM. | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| REGISTRO | 70.1 | 68.1 | 67.0 | 70.5 | 68.8 | 69.5 | 69.0 dB. |
| NUM. | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | |
| REGISTRO | 65.8 | 69.9 | 70.6 | 68.0 | 70.0 | 69.8 | 69.0 dB. |
| NUM. | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | |
| REGISTRO | 70.6 | 69.0 | 69.2 | 68.9 | 68.0 | 70.0 | 69.3 dB. |
| PROMEDIO | 69.0 | 68.5 | 68.9 | 68.7 | 69.2 | 69.2 | dB. |

| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | | | | |
|------------------------------------------|-----------|--------------|-------------------|------------|------|----------|----------|
| AREA DE MEDICIÓN: RECAMARA 2(SIN BALCON) | | | | | | | |
| ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | | | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | RUIDO PERMISIBLE: | DIMENSIÓN: | | | |
| 21/02/2014 | 3:00 P.M. | 29°C | 45 dB. | 9.31 M2 | | | |
| PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | | | PROMEDIO | UNIDAD |
| NUM. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| REGISTRO | 67.6 | 64.9 | 62.8 | 61.8 | 64.8 | 66.9 | 64.8 dB. |
| NUM. | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| REGISTRO | 66.2 | 66.3 | 67.0 | 66.4 | 64.1 | 65.1 | 65.8 dB. |
| NUM. | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | |
| REGISTRO | 64.1 | 62.9 | 66.2 | 65.9 | 68.6 | 63.2 | 65.1 dB. |
| NUM. | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | |
| REGISTRO | 64.2 | 62.5 | 65.2 | 65.3 | 66.3 | 67.1 | 65.1 dB. |
| PROMEDIO | 65.5 | 64.1 | 65.3 | 64.8 | 65.9 | 65.5 | dB. |

| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | | | | |
|------------------------------------------|-----------|--------------|-------------------|------------|------|----------|----------|
| AREA DE MEDICIÓN: RECAMARA 2(SIN BALCON) | | | | | | | |
| ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | | | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | RUIDO PERMISIBLE: | DIMENSIÓN: | | | |
| 21/02/2014 | 8:00 P.M. | 27°C | 45 dB. | 9.31 M2 | | | |
| PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | | | PROMEDIO | UNIDAD |
| NUM. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| REGISTRO | 52.4 | 54.6 | 55.8 | 55.2 | 56.6 | 54.8 | 54.9 dB. |
| NUM. | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| REGISTRO | 55.1 | 55.7 | 58.3 | 57.4 | 55.1 | 54.2 | 55.9 dB. |
| NUM. | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | |
| REGISTRO | 53.8 | 55.8 | 58.0 | 55.3 | 57.2 | 56.6 | 56.1 dB. |
| NUM. | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | |
| REGISTRO | 55.5 | 54.2 | 54.3 | 56.8 | 56.1 | 55.9 | 55.5 dB. |
| PROMEDIO | 54.2 | 55.1 | 56.6 | 56.1 | 56.2 | 55.4 | dB. |

| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | | | | |
|------------------------------------------|-----------|--------------|-------------------|------------|-------|----------|----------|
| AREA DE MEDICIÓN: RECAMARA 2(SIN BALCON) | | | | | | | |
| ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | | | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | RUIDO PERMISIBLE: | DIMENSIÓN: | | | |
| 24/02/2014 | 7:00 A.M. | 24°C | 45 dB. | 9.31 M2 | | | |
| PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | | | PROMEDIO | UNIDAD |
| NUM. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| REGISTRO | 69.1 | 66.8 | 67.9 | 66.5 | 69.6 | 67.6 | 67.9 dB. |
| NUM. | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| REGISTRO | 69.8 | 65.6 | 68.0 | 66.7 | 66.00 | 66.8 | 67.1 dB. |
| NUM. | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | |
| REGISTRO | 63.0 | 63.6 | 65.7 | 65.8 | 65.6 | 67.7 | 65.2 dB. |
| NUM. | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | |
| REGISTRO | 64.1 | 64.4 | 64.4 | 65.5 | 68.0 | 62.7 | 64.8 dB. |
| PROMEDIO | 66.5 | 65.1 | 66.5 | 66.1 | 67.3 | 66.2 | dB. |

| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | | | | |
|------------------------------------------|-----------|--------------|-------------------|------------|-------|----------|----------|
| AREA DE MEDICIÓN: RECAMARA 2(SIN BALCON) | | | | | | | |
| ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | | | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | RUIDO PERMISIBLE: | DIMENSIÓN: | | | |
| 24/02/2014 | 3:00 P.M. | 31°C | 45 dB. | 9.31 M2 | | | |
| PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | | | PROMEDIO | UNIDAD |
| NUM. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| REGISTRO | 72.5 | 72.2 | 72.6 | 72.7 | 72.1 | 74.1 | 72.7 dB. |
| NUM. | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| REGISTRO | 72.2 | 74.0 | 72.3 | 72.3 | 72.25 | 74.2 | 72.9 dB. |
| NUM. | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | |
| REGISTRO | 74.0 | 71.5 | 71.8 | 73.9 | 73.3 | 71.6 | 72.7 dB. |
| NUM. | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | |
| REGISTRO | 72.8 | 72.2 | 73.1 | 72.0 | 71.8 | 73.9 | 72.6 dB. |
| PROMEDIO | 72.9 | 72.4 | 72.4 | 72.7 | 72.4 | 73.4 | dB. |

| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | | | | |
|------------------------------------------|-----------|--------------|-------------------|------------|-------|----------|----------|
| AREA DE MEDICIÓN: RECAMARA 2(SIN BALCON) | | | | | | | |
| ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | | | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | RUIDO PERMISIBLE: | DIMENSIÓN: | | | |
| 24/02/2014 | 8:00 P.M. | 28°C | 45 dB. | 9.31 M2 | | | |
| PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | | | PROMEDIO | UNIDAD |
| NUM. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| REGISTRO | 74.9 | 70.6 | 70.7 | 70.5 | 69.7 | 68.8 | 70.8 dB. |
| NUM. | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| REGISTRO | 69.4 | 66.3 | 68.3 | 69.0 | 69.40 | 69.6 | 68.5 dB. |
| NUM. | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | |
| REGISTRO | 70.2 | 69.5 | 67.6 | 71.2 | 68.6 | 69.5 | 69.5 dB. |
| NUM. | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | |
| REGISTRO | 67.6 | 69.6 | 66.3 | 68.2 | 68.4 | 69.0 | 68.2 dB. |
| PROMEDIO | 70.5 | 69.0 | 68.2 | 69.4 | 69.0 | 69.3 | dB. |

| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | | | | |
|------------------------------------------|-----------|--------------|-------------------|------------|-------|----------|----------|
| AREA DE MEDICIÓN: RECAMARA 2(SIN BALCON) | | | | | | | |
| ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | | | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | RUIDO PERMISIBLE: | DIMENSIÓN: | | | |
| 26/02/2014 | 7:00 A.M. | 23°C | 45 dB. | 9.31 M2 | | | |
| PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | | | PROMEDIO | UNIDAD |
| NUM. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| REGISTRO | 83.8 | 79.7 | 81.5 | 82.5 | 82.4 | 82.5 | 82.1 dB. |
| NUM. | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| REGISTRO | 84.5 | 81.3 | 81.8 | 80.8 | 79.10 | 80.1 | 81.2 dB. |
| NUM. | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | |
| REGISTRO | 80.5 | 80.9 | 80.6 | 83.3 | 83.6 | 81.5 | 81.7 dB. |
| NUM. | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | |
| REGISTRO | 81.9 | 80.6 | 80.1 | 82.4 | 83.2 | 77.5 | 80.9 dB. |
| PROMEDIO | 82.7 | 80.6 | 81.0 | 82.2 | 82.1 | 80.4 | dB. |

| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | | | | |
|------------------------------------------|-----------|--------------|-------------------|------------|-------|----------|----------|
| AREA DE MEDICIÓN: RECAMARA 2(SIN BALCON) | | | | | | | |
| ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | | | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | RUIDO PERMISIBLE: | DIMENSIÓN: | | | |
| 26/02/2014 | 3:00 P.M. | 31°C | 45 dB. | 9.31 M2 | | | |
| PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | | | PROMEDIO | UNIDAD |
| NUM. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| REGISTRO | 78.5 | 82.5 | 79.3 | 78.6 | 79.9 | 80.3 | 79.8 dB. |
| NUM. | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| REGISTRO | 82.1 | 79.4 | 79.3 | 79.1 | 79.05 | 78.9 | 79.6 dB. |
| NUM. | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | |
| REGISTRO | 77.5 | 77.7 | 79.8 | 79.9 | 78.6 | 80.0 | 78.9 dB. |
| NUM. | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | |
| REGISTRO | 80.5 | 81.5 | 80.4 | 78.1 | 78.6 | 80.6 | 79.9 dB. |
| PROMEDIO | 79.6 | 80.2 | 79.7 | 78.9 | 79.0 | 79.9 | dB. |

| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | | | | |
|------------------------------------------|-----------|--------------|-------------------|------------|-------|----------|----------|
| AREA DE MEDICIÓN: RECAMARA 2(SIN BALCON) | | | | | | | |
| ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | | | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | RUIDO PERMISIBLE: | DIMENSIÓN: | | | |
| 26/02/2014 | 8:00 P.M. | 28°C | 45 dB. | 9.31 M2 | | | |
| PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | | | PROMEDIO | UNIDAD |
| NUM. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| REGISTRO | 71.3 | 73.0 | 71.2 | 70.6 | 72.1 | 72.5 | 71.8 dB. |
| NUM. | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| REGISTRO | 71.2 | 71.2 | 72.6 | 72.4 | 71.20 | 70.2 | 71.5 dB. |
| NUM. | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | |
| REGISTRO | 72.7 | 72.8 | 70.4 | 72.1 | 71.9 | 71.8 | 71.9 dB. |
| NUM. | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | |
| REGISTRO | 70.9 | 70.4 | 70.4 | 70.4 | 69.5 | 70.0 | 70.2 dB. |
| PROMEDIO | 71.5 | 71.8 | 71.1 | 71.4 | 71.2 | 71.1 | dB. |

0



ESCALERAS

| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-----------|--------------|------|------|-------------------|------------|------|----------|--------|
| AREA DE MEDICIÓN: ESCALERAS | | | | | | | | | |
| ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | | | | | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | | | RUIDO PERMISIBLE: | DIMENSIÓN: | | | |
| 21/02/2014 | 7:50 A.M. | 20°C | | | 45 dB. | 3.04 M2 | | | |
| PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | | | | | | |
| NUM. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | PROMEDIO | UNIDAD |
| REGISTRO | 67.7 | 69.2 | 68.1 | 66.8 | 68.3 | 69.7 | 65.8 | 67.9 | dB. |
| NUM. | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | | |
| REGISTRO | 68.1 | 69.5 | 67.8 | 66.6 | 69.2 | 70.2 | 70.0 | 68.7 | dB. |
| NUM. | 8 | | | | | | | | |
| REGISTRO | 67.8 | | | | | | | 67.8 | dB. |
| PROMEDIO | 67.9 | 69.3 | 68.0 | 66.7 | 68.7 | 69.9 | 67.9 | | dB. |

| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-----------|--------------|------|------|-------------------|------------|------|----------|--------|
| AREA DE MEDICIÓN: ESCALERAS | | | | | | | | | |
| ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | | | | | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | | | RUIDO PERMISIBLE: | DIMENSIÓN: | | | |
| 21/02/2014 | 3:50 P.M. | 26°C | | | 45 dB. | 3.04 M2 | | | |
| PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | | | | | | |
| NUM. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | PROMEDIO | UNIDAD |
| REGISTRO | 61.8 | 60.5 | 62.8 | 64.6 | 65.1 | 63.0 | 62.4 | 62.9 | dB. |
| NUM. | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | | |
| REGISTRO | 62.3 | 65.1 | 68.7 | 69.2 | 65.3 | 64.3 | 64.7 | 65.6 | dB. |
| NUM. | 8 | | | | | | | | |
| REGISTRO | 65.3 | | | | | | | 65.3 | dB. |
| PROMEDIO | 62.1 | 62.8 | 65.7 | 66.9 | 65.2 | 63.7 | 64.1 | | dB. |

| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-----------|--------------|------|------|-------------------|------------|------|----------|--------|
| AREA DE MEDICIÓN: ESCALERAS | | | | | | | | | |
| ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | | | | | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | | | RUIDO PERMISIBLE: | DIMENSIÓN: | | | |
| 21/02/2014 | 8:50 P.M. | 25°C | | | 45 dB. | 3.04 M2 | | | |
| PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | | | | | | |
| NUM. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | PROMEDIO | UNIDAD |
| REGISTRO | 50.3 | 53.4 | 53.8 | 56.8 | 56.0 | 52.4 | 56.5 | 54.1 | dB. |
| NUM. | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | | |
| REGISTRO | 52.6 | 53.1 | 54.5 | 56.6 | 56.6 | 55.3 | 56.8 | 55.1 | dB. |
| NUM. | 8 | | | | | | | | |
| REGISTRO | 56.4 | | | | | | | 56.4 | dB. |
| PROMEDIO | 51.4 | 53.2 | 54.2 | 56.7 | 56.3 | 53.8 | 56.6 | | dB. |

| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-----------|--------------|------|------|-------------------|------------|------|----------|--------|
| AREA DE MEDICIÓN: ESCALERAS | | | | | | | | | |
| ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | | | | | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | | | RUIDO PERMISIBLE: | DIMENSIÓN: | | | |
| 24/02/2014 | 7:50 A.M. | 23°C | | | 45 dB. | 3.04 M2 | | | |
| PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | | | | | | |
| NUM. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | PROMEDIO | UNIDAD |
| REGISTRO | 64.7 | 64.8 | 62.7 | 63.3 | 64.9 | 66.3 | 63.3 | 64.3 | dB. |
| NUM. | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | | |
| REGISTRO | 63.8 | 61.5 | 64.4 | 65.8 | 66.4 | 63.6 | 65.6 | 64.4 | dB. |
| NUM. | 8 | | | | | | | | |
| REGISTRO | 66.0 | | | | | | | 66.0 | dB. |
| PROMEDIO | 64.3 | 63.2 | 63.5 | 64.5 | 65.6 | 65.0 | 65.0 | | dB. |

| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-----------|--------------|------|------|-------------------|------------|------|----------|--------|
| AREA DE MEDICIÓN: ESCALERAS | | | | | | | | | |
| ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | | | | | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | | | RUIDO PERMISIBLE: | DIMENSIÓN: | | | |
| 24/02/2014 | 3:50 P.M. | 28°C | | | 45 dB. | 3.04 M2 | | | |
| PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | | | | | | |
| NUM. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | PROMEDIO | UNIDAD |
| REGISTRO | 72.8 | 71.5 | 72.6 | 68.3 | 72.1 | 69.7 | 69.4 | 70.9 | dB. |
| NUM. | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | | |
| REGISTRO | 70.8 | 70.5 | 69.3 | 72.4 | 73.3 | 72.5 | 71.6 | 71.5 | dB. |
| NUM. | 8 | | | | | | | | |
| REGISTRO | 72.9 | | | | | | | 72.9 | dB. |
| PROMEDIO | 71.8 | 71.0 | 70.9 | 70.4 | 72.7 | 71.1 | 71.3 | | dB. |

| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-----------|--------------|------|------|-------------------|------------|------|----------|--------|
| AREA DE MEDICIÓN: ESCALERAS | | | | | | | | | |
| ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | | | | | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | | | RUIDO PERMISIBLE: | DIMENSIÓN: | | | |
| 24/02/2014 | 8:50 P.M. | 25°C | | | 45 dB. | 3.04 M2 | | | |
| PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | | | | | | |
| NUM. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | PROMEDIO | UNIDAD |
| REGISTRO | 71.5 | 67.3 | 67.6 | 68.5 | 69.3 | 70.2 | 70.4 | 69.2 | dB. |
| NUM. | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | | |
| REGISTRO | 69.8 | 70.6 | 68.6 | 69.4 | 70.3 | 69.6 | 70.4 | 69.8 | dB. |
| NUM. | 8 | | | | | | | | |
| REGISTRO | 70.1 | | | | | | | 70.1 | dB. |
| PROMEDIO | 70.6 | 68.9 | 68.1 | 68.9 | 69.8 | 69.9 | 70.3 | | dB. |

| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-----------|--------------|------|------|-------------------|------------|------|----------|--------|
| AREA DE MEDICIÓN: ESCALERAS | | | | | | | | | |
| ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | | | | | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | | | RUIDO PERMISIBLE: | DIMENSIÓN: | | | |
| 26/02/2014 | 7:50 A.M. | 21°C | | | 45 dB. | 3.04 M2 | | | |
| PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | | | | | | |
| NUM. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | PROMEDIO | UNIDAD |
| REGISTRO | 76.4 | 78.4 | 80.2 | 76.6 | 78.4 | 80.9 | 82.0 | 79.0 | dB. |
| NUM. | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | | |
| REGISTRO | 77.2 | 78.3 | 78.0 | 76.9 | 76.6 | 77.0 | 79.1 | 77.6 | dB. |
| NUM. | 8 | | | | | | | | |
| REGISTRO | 78.7 | | | | | | | 78.7 | dB. |
| PROMEDIO | 76.8 | 78.4 | 79.1 | 76.8 | 77.5 | 78.9 | 79.9 | | dB. |

| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-----------|--------------|------|------|-------------------|------------|------|----------|--------|
| AREA DE MEDICIÓN: ESCALERAS | | | | | | | | | |
| ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | | | | | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | | | RUIDO PERMISIBLE: | DIMENSIÓN: | | | |
| 26/02/2014 | 3:50 P.M. | 29°C | | | 45 dB. | 3.04 M2 | | | |
| PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | | | | | | |
| NUM. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | PROMEDIO | UNIDAD |
| REGISTRO | 80.1 | 79.4 | 80.4 | 80.1 | 81.1 | 80.9 | 80.9 | 80.4 | dB. |
| NUM. | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | | |
| REGISTRO | 81.0 | 80.1 | 79.8 | 79.9 | 78.6 | 80.6 | 78.3 | 79.8 | dB. |
| NUM. | 8 | | | | | | | | |
| REGISTRO | 81.3 | | | | | | | 81.3 | dB. |
| PROMEDIO | 80.5 | 79.7 | 80.1 | 80.0 | 79.9 | 80.7 | 80.2 | | dB. |

| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-----------|--------------|------|------|-------------------|------------|------|----------|--------|
| AREA DE MEDICIÓN: ESCALERAS | | | | | | | | | |
| ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | | | | | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | | | RUIDO PERMISIBLE: | DIMENSIÓN: | | | |
| 26/02/2014 | 8:50 P.M. | 28°C | | | 45 dB. | 3.04 M2 | | | |
| PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | | | | | | |
| NUM. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | PROMEDIO | UNIDAD |
| REGISTRO | 76.0 | 80.5 | 81.0 | 80.2 | 80.9 | 80.5 | 79.3 | 79.7 | dB. |
| NUM. | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | | |
| REGISTRO | 80.6 | 79.8 | 80.4 | 78.9 | 81.4 | 79.4 | 78.8 | 79.9 | dB. |
| NUM. | 8 | | | | | | | | |
| REGISTRO | 77.5 | | | | | | | 77.5 | dB. |
| PROMEDIO | 78.3 | 80.1 | 80.7 | 79.6 | 81.1 | 79.9 | 78.5 | | dB. |

| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-----------|--------------|------|------|-------------------|------------|------|----------|--------|
| AREA DE MEDICIÓN: ESCALERAS | | | | | | | | | |
| ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | | | | | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | | | RUIDO PERMISIBLE: | DIMENSIÓN: | | | |
| 28/02/2014 | 7:50 A.M. | 20°C | | | 45 dB. | 3.04 M2 | | | |
| PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | | | | | | |
| NUM. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | PROMEDIO | UNIDAD |
| REGISTRO | 82.0 | 81.3 | 83.9 | 82.4 | 83.5 | 82.0 | 81.2 | 82.3 | dB. |
| NUM. | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | | |
| REGISTRO | 82.2 | 79.5 | 80.4 | 79.6 | 80.7 | 79.6 | 79.4 | 80.2 | dB. |
| NUM. | 8 | | | | | | | | |
| REGISTRO | 80.2 | | | | | | | 80.2 | dB. |
| PROMEDIO | 82.1 | 80.4 | 82.2 | 81.0 | 82.1 | 80.8 | 80.2 | | dB. |

| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-----------|--------------|------|------|-------------------|------------|------|----------|--------|
| AREA DE MEDICIÓN: ESCALERAS | | | | | | | | | |
| ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | | | | | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | | | RUIDO PERMISIBLE: | DIMENSIÓN: | | | |
| 28/02/2014 | 3:50 P.M. | 26°C | | | 45 dB. | 3.04 M2 | | | |
| PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | | | | | | |
| NUM. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | PROMEDIO | UNIDAD |
| REGISTRO | 54.9 | 56.5 | 56.7 | 57.8 | 56.8 | 55.4 | 58.1 | 56.6 | dB. |
| NUM. | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | | |
| REGISTRO | 54.9 | 55.6 | 57.2 | 57.7 | 56.8 | 57.1 | 56.7 | 56.6 | dB. |
| NUM. | 8 | | | | | | | | |
| REGISTRO | 56.3 | | | | | | | 56.3 | dB. |
| PROMEDIO | 54.9 | 56.0 | 56.9 | 57.8 | 56.8 | 56.2 | 57.0 | | dB. |

| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-----------|--------------|------|-------|-------------------|------------|------|----------|--------|
| AREA DE MEDICIÓN: ESCALERAS | | | | | | | | | |
| ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | | | | | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | | | RUIDO PERMISIBLE: | DIMENSIÓN: | | | |
| 28/02/2014 | 8:50 P.M. | 23°C | | | 45 dB. | 3.04 M2 | | | |
| PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | | | | | | |
| NUM. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | PROMEDIO | UNIDAD |
| REGISTRO | 57.6 | 67.2 | 64.4 | 59.3 | 59.5 | 54.8 | 63.9 | 60.9 | dB. |
| NUM. | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | | |
| REGISTRO | 61.0 | 57.5 | 62.5 | 121.0 | 61.4 | 61.7 | 59.6 | 69.2 | dB. |
| NUM. | 8 | | | | | | | | |
| REGISTRO | 63.4 | | | | | | | 63.4 | dB. |
| PROMEDIO | 59.3 | 62.3 | 63.4 | 90.1 | 60.5 | 58.2 | 62.3 | | dB. |

| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-----------|--------------|------|------|-------------------|------------|------|----------|--------|
| AREA DE MEDICIÓN: ESCALERAS | | | | | | | | | |
| ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | | | | | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | | | RUIDO PERMISIBLE: | DIMENSIÓN: | | | |
| 03/03/2014 | 7:50 A.M. | 22°C | | | 45 dB. | 3.04 M2 | | | |
| PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | | | | | | |
| NUM. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | PROMEDIO | UNIDAD |
| REGISTRO | 89.0 | 91.25 | 92.4 | 93.5 | 91.3 | 87.4 | 92.1 | 91.0 | dB. |
| NUM. | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | | |
| REGISTRO | 85.75 | 90.2 | 92.5 | 89.8 | 82.6 | 88.1 | 81.7 | 87.2 | dB. |
| NUM. | 8 | | | | | | | | |
| REGISTRO | 83.8 | | | | | | | 83.8 | dB. |
| PROMEDIO | 89.0 | 52.6 | 92.4 | 91.6 | 86.9 | 87.7 | 85.9 | | dB. |

| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-----------|--------------|------|------|-------------------|------------|------|----------|--------|
| AREA DE MEDICIÓN: ESCALERAS | | | | | | | | | |
| ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | | | | | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | | | RUIDO PERMISIBLE: | DIMENSIÓN: | | | |
| 03/03/2014 | 3:50 P.M. | 29°C | | | 45 dB. | 3.04 M2 | | | |
| PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | | | | | | |
| NUM. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | PROMEDIO | UNIDAD |
| REGISTRO | 80.5 | 79.85 | 80.6 | 80.9 | 80.8 | 78.4 | 80.5 | 80.2 | dB. |
| NUM. | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | | |
| REGISTRO | 84.20 | 83.2 | 83.4 | 71.9 | 70.5 | 71.7 | 70.8 | 76.5 | dB. |
| NUM. | 8 | | | | | | | | |
| REGISTRO | 79.8 | | | | | | | 79.8 | dB. |
| PROMEDIO | 80.5 | 49.1 | 82.0 | 76.4 | 75.7 | 75.0 | 77.0 | | dB. |

| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-----------|--------------|------|------|-------------------|------------|------|----------|--------|
| AREA DE MEDICIÓN: ESCALERAS | | | | | | | | | |
| ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | | | | | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | | | RUIDO PERMISIBLE: | DIMENSIÓN: | | | |
| 03/03/2014 | 8:50 P.M. | 23°C | | | 45 dB. | 3.04 M2 | | | |
| PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | | | | | | |
| NUM. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | PROMEDIO | UNIDAD |
| REGISTRO | 72.7 | 69.15 | 71.3 | 70.9 | 71.7 | 71.7 | 68.2 | 70.8 | dB. |
| NUM. | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | | |
| REGISTRO | 72.55 | 68.5 | 71.7 | 72.4 | 71.1 | 70.0 | 69.4 | 70.8 | dB. |
| NUM. | 8 | | | | | | | | |
| REGISTRO | 68.7 | | | | | | | 68.7 | dB. |
| PROMEDIO | 72.7 | 41.7 | 71.5 | 71.6 | 71.4 | 70.8 | 68.8 | | dB. |

| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-----------|--------------|------|------|-------------------|------------|------|----------|--------|
| AREA DE MEDICIÓN: ESCALERAS | | | | | | | | | |
| ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | | | | | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | | | RUIDO PERMISIBLE: | DIMENSIÓN: | | | |
| 05/03/2014 | 7:50 A.M. | 22°C | | | 45 dB. | 3.04 M2 | | | |
| PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | | | | | | |
| NUM. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | PROMEDIO | UNIDAD |
| REGISTRO | 75.5 | 77.70 | 73.7 | 79.9 | 83.2 | 79.9 | 77.6 | 78.2 | dB. |
| NUM. | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | | |
| REGISTRO | 77.85 | 78.5 | 83.0 | 83.2 | 80.0 | 81.3 | 77.7 | 80.2 | dB. |
| NUM. | 8 | | | | | | | | |
| REGISTRO | 76.0 | | | | | | | 76.0 | dB. |
| PROMEDIO | 75.5 | 46.8 | 78.3 | 81.5 | 81.6 | 80.6 | 77.1 | | dB. |

| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-----------|--------------|------|------|-------------------|------------|------|----------|--------|
| AREA DE MEDICIÓN: ESCALERAS | | | | | | | | | |
| ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | | | | | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | | | RUIDO PERMISIBLE: | DIMENSIÓN: | | | |
| 05/03/2014 | 3:50 P.M. | 32°C | | | 45 dB. | 3.04 M2 | | | |
| PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | | | | | | |
| NUM. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | PROMEDIO | UNIDAD |
| REGISTRO | 70.0 | 70.20 | 69.8 | 71.0 | 69.4 | 71.2 | 70.0 | 70.2 | dB. |
| NUM. | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | | |
| REGISTRO | 71.55 | 70.4 | 69.7 | 70.8 | 70.0 | 70.0 | 68.8 | 70.2 | dB. |
| NUM. | 8 | | | | | | | | |
| REGISTRO | 69.8 | | | | | | | 69.8 | dB. |
| PROMEDIO | 70.0 | 42.7 | 69.7 | 70.9 | 69.7 | 70.6 | 69.5 | | dB. |

| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-----------|--------------|-------|-------|-------------------|------------|-------|----------|--------|
| AREA DE MEDICIÓN: ESCALERAS | | | | | | | | | |
| ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | | | | | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | | | RUIDO PERMISIBLE: | DIMENSIÓN: | | | |
| 05/03/2014 | 8:50 P.M. | 24°C | | | 45 dB. | 3.04 M2 | | | |
| PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | | | | | | |
| NUM. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | PROMEDIO | UNIDAD |
| REGISTRO | 90.0 | 92.45 | 95.0 | 101.1 | 102.6 | 96.3 | 98.1 | 96.5 | dB. |
| NUM. | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | | |
| REGISTRO | 95.00 | 100.8 | 102.6 | 99.0 | 98.9 | 103.9 | 104.2 | 100.6 | dB. |
| NUM. | 8 | | | | | | | | |
| REGISTRO | 95.3 | | | | | | | 95.3 | dB. |
| PROMEDIO | 90.0 | 57.9 | 98.8 | 100.1 | 100.7 | 100.1 | 99.2 | | dB. |

0



SALA - COMEDOR

| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | | | |
|--------------------------------|--------------------|--------------|-------------------|------------|----------|----------|
| AREA DE MEDICIÓN: SALA-COMEDOR | | | | | | |
| ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | RUIDO PERMISIBLE: | DIMENSIÓN: | | |
| 21/02/2014 | 8:30 A.M. | 20°C | 45 dB. | 13.85 M2 | | |
| PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | | | |
| NUM. | PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | PROMEDIO | UNIDAD |
| 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | | |
| REGISTRO | 68.7 | 68.9 | 70.6 | 71.3 | 71.4 | 70.2 dB. |
| NUM. | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | |
| REGISTRO | 65.0 | 67.3 | 72.5 | 70.0 | 68.2 | 68.6 dB. |
| PROMEDIO | 66.9 | 68.1 | 71.5 | 70.7 | 69.8 | dB. |

| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | | | |
|--------------------------------|--------------------|--------------|-------------------|------------|----------|----------|
| AREA DE MEDICIÓN: SALA-COMEDOR | | | | | | |
| ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | RUIDO PERMISIBLE: | DIMENSIÓN: | | |
| 21/02/2014 | 4:30 P.M. | 26°C | 45 dB. | 13.85 M2 | | |
| PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | | | |
| NUM. | PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | PROMEDIO | UNIDAD |
| 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | | |
| REGISTRO | 63.9 | 61.9 | 64.1 | 63.0 | 66.2 | 63.8 dB. |
| NUM. | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | |
| REGISTRO | 64.8 | 61.0 | 61.5 | 63.2 | 65.7 | 63.2 dB. |
| PROMEDIO | 64.4 | 61.4 | 62.8 | 63.1 | 65.9 | dB. |

| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | | | |
|--------------------------------|--------------------|--------------|-------------------|------------|----------|----------|
| AREA DE MEDICIÓN: SALA-COMEDOR | | | | | | |
| ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | RUIDO PERMISIBLE: | DIMENSIÓN: | | |
| 21/02/2014 | 9:30 P.M. | 25°C | 45 dB. | 13.85 M2 | | |
| PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | | | |
| NUM. | PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | PROMEDIO | UNIDAD |
| 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | | |
| REGISTRO | 51.1 | 53.8 | 52.6 | 56.0 | 56.2 | 53.9 dB. |
| NUM. | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | |
| REGISTRO | 53.3 | 56.9 | 55.2 | 55.3 | 57.8 | 55.7 dB. |
| PROMEDIO | 52.2 | 55.3 | 53.9 | 55.6 | 57.0 | dB. |

| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | | | |
|--------------------------------|--------------------|--------------|-------------------|------------|----------|----------|
| AREA DE MEDICIÓN: SALA-COMEDOR | | | | | | |
| ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | RUIDO PERMISIBLE: | DIMENSIÓN: | | |
| 24/02/2014 | 8:30 A.M. | 22°C | 45 dB. | 13.85 M2 | | |
| PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | | | |
| NUM. | PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | PROMEDIO | UNIDAD |
| 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | | |
| REGISTRO | 66.7 | 67.6 | 63.7 | 61.7 | 66.9 | 65.3 dB. |
| NUM. | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | |
| REGISTRO | 65.1 | 67.1 | 65.3 | 64.2 | 65.6 | 65.4 dB. |
| PROMEDIO | 65.9 | 67.3 | 64.5 | 62.9 | 66.2 | dB. |

| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | | | |
|--------------------------------|--------------------|--------------|-------------------|------------|----------|----------|
| AREA DE MEDICIÓN: SALA-COMEDOR | | | | | | |
| ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | RUIDO PERMISIBLE: | DIMENSIÓN: | | |
| 24/02/2014 | 4:30 P.M. | 28°C | 45 dB. | 13.85 M2 | | |
| PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | | | |
| NUM. | PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | PROMEDIO | UNIDAD |
| 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | | |
| REGISTRO | 74.2 | 73.3 | 73.8 | 72.1 | 74.9 | 73.6 dB. |
| NUM. | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | |
| REGISTRO | 73.5 | 73.4 | 72.4 | 72.8 | 73.9 | 73.2 dB. |
| PROMEDIO | 73.8 | 73.3 | 73.1 | 72.4 | 74.4 | dB. |

| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | | | |
|--------------------------------|--------------------|--------------|-------------------|------------|----------|----------|
| AREA DE MEDICIÓN: SALA-COMEDOR | | | | | | |
| ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | RUIDO PERMISIBLE: | DIMENSIÓN: | | |
| 24/02/2014 | 9:30 P.M. | 25°C | 45 dB. | 13.85 M2 | | |
| PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | | | |
| NUM. | PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | PROMEDIO | UNIDAD |
| 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | | |
| REGISTRO | 69.3 | 68.7 | 69.5 | 68.1 | 70.1 | 69.1 dB. |
| NUM. | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | |
| REGISTRO | 68.7 | 71.1 | 69.8 | 68.2 | 67.4 | 69.0 dB. |
| PROMEDIO | 69.0 | 69.9 | 69.6 | 68.1 | 68.7 | dB. |

| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | | | |
|--------------------------------|--------------------|--------------|-------------------|------------|----------|----------|
| AREA DE MEDICIÓN: SALA-COMEDOR | | | | | | |
| ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | RUIDO PERMISIBLE: | DIMENSIÓN: | | |
| 26/02/2014 | 8:30 A.M. | 20°C | 45 dB. | 13.85 M2 | | |
| PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | | | |
| NUM. | PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | PROMEDIO | UNIDAD |
| 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | | |
| REGISTRO | 80.3 | 80.4 | 79.4 | 79.1 | 80.1 | 79.8 dB. |
| NUM. | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | |
| REGISTRO | 79.9 | 78.5 | 78.5 | 79.7 | 80.4 | 79.4 dB. |
| PROMEDIO | 80.1 | 79.4 | 78.9 | 79.4 | 80.2 | dB. |

| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | | | |
|--------------------------------|--------------------|--------------|-------------------|------------|----------|----------|
| AREA DE MEDICIÓN: SALA-COMEDOR | | | | | | |
| ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | RUIDO PERMISIBLE: | DIMENSIÓN: | | |
| 26/02/2014 | 4:30 P.M. | 26°C | 45 dB. | 13.85 M2 | | |
| PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | | | |
| NUM. | PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | PROMEDIO | UNIDAD |
| 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | | |
| REGISTRO | 79.4 | 79.5 | 79.8 | 81.5 | 78.7 | 79.8 dB. |
| NUM. | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | |
| REGISTRO | 80.3 | 80.4 | 79.4 | 81.4 | 79.6 | 80.2 dB. |
| PROMEDIO | 79.9 | 79.9 | 79.6 | 81.4 | 79.2 | dB. |

| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | | | |
|--------------------------------|--------------------|--------------|-------------------|------------|----------|----------|
| AREA DE MEDICIÓN: SALA-COMEDOR | | | | | | |
| ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | RUIDO PERMISIBLE: | DIMENSIÓN: | | |
| 26/02/2014 | 9:30 P.M. | 25°C | 45 dB. | 13.85 M2 | | |
| PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | | | |
| NUM. | PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | PROMEDIO | UNIDAD |
| 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | | |
| REGISTRO | 70.0 | 69.2 | 71.4 | 70.4 | 68.5 | 69.9 dB. |
| NUM. | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | |
| REGISTRO | 70.8 | 69.3 | 69.9 | 69.0 | 68.8 | 69.6 dB. |
| PROMEDIO | 70.4 | 69.2 | 70.7 | 69.7 | 68.6 | dB. |

| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | | | |
|--------------------------------|--------------------|--------------|-------------------|------------|----------|----------|
| AREA DE MEDICIÓN: SALA-COMEDOR | | | | | | |
| ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | RUIDO PERMISIBLE: | DIMENSIÓN: | | |
| 28/02/2014 | 8:30 A.M. | 20°C | 45 dB. | 13.85 M2 | | |
| PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | | | |
| NUM. | PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | PROMEDIO | UNIDAD |
| 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | | |
| REGISTRO | 86.9 | 85.1 | 86.8 | 84.6 | 83.5 | 85.4 dB. |
| NUM. | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | |
| REGISTRO | 82.2 | 84.8 | 84.2 | 84.1 | 85.0 | 84.1 dB. |
| PROMEDIO | 84.6 | 84.9 | 85.5 | 84.4 | 84.2 | dB. |

| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | | | |
|--------------------------------|--------------------|--------------|-------------------|------------|----------|----------|
| AREA DE MEDICIÓN: SALA-COMEDOR | | | | | | |
| ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | RUIDO PERMISIBLE: | DIMENSIÓN: | | |
| 28/02/2014 | 4:30 P.M. | 27°C | 45 dB. | 13.85 M2 | | |
| PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | | | |
| NUM. | PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | PROMEDIO | UNIDAD |
| 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | | |
| REGISTRO | 58.2 | 57.9 | 57.5 | 58.6 | 57.1 | 57.8 dB. |
| NUM. | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | |
| REGISTRO | 58.5 | 55.2 | 56.3 | 56.8 | 52.7 | 55.9 dB. |
| PROMEDIO | 58.3 | 56.5 | 56.9 | 57.7 | 54.9 | dB. |

| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | | | |
|--------------------------------|--------------------|--------------|-------------------|------------|----------|----------|
| AREA DE MEDICIÓN: SALA-COMEDOR | | | | | | |
| ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | RUIDO PERMISIBLE: | DIMENSIÓN: | | |
| 28/02/2014 | 9:30 P.M. | 23°C | 45 dB. | 13.85 M2 | | |
| PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | | | |
| NUM. | PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | PROMEDIO | UNIDAD |
| 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | | |
| REGISTRO | 67.6 | 70.6 | 70.1 | 65.1 | 72.5 | 69.2 dB. |
| NUM. | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | |
| REGISTRO | 69.0 | 73.0 | 69.7 | 74.5 | 65.7 | 70.4 dB. |
| PROMEDIO | 68.3 | 71.8 | 69.9 | 69.8 | 69.1 | dB. |

| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | | | |
|--------------------------------|-----------|--------------|------------------|------------|------|----------|
| AREA DE MEDICIÓN: SALA-COMEDOR | | | | | | |
| ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | RUIDO PERMISIBLE | DIMENSIÓN: | | |
| 03/03/2014 | 8:30 A.M. | 22°C | 45 dB. | 13.85 M2 | | |
| PUNTOS DE MEDICIÓN | | | PROMEDIO | UNIDAD | | |
| NUM. | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | |
| REGISTRO | 66.6 | 59.7 | 67.0 | 66.1 | 66.4 | 65.1 dB. |
| NUM. | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | |
| REGISTRO | 59.6 | 66.2 | 67.0 | 66.0 | 64.4 | 64.6 dB. |
| PROMEDIO | 63.1 | 62.9 | 67.0 | 66.0 | 65.4 | dB. |

| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | | | |
|--------------------------------|-----------|--------------|------------------|------------|------|----------|
| AREA DE MEDICIÓN: SALA-COMEDOR | | | | | | |
| ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | RUIDO PERMISIBLE | DIMENSIÓN: | | |
| 03/03/2014 | 4:30 P.M. | 29°C | 45 dB. | 13.85 M2 | | |
| PUNTOS DE MEDICIÓN | | | PROMEDIO | UNIDAD | | |
| NUM. | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | |
| REGISTRO | 63.6 | 68.6 | 72.5 | 69.6 | 68.5 | 68.6 dB. |
| NUM. | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | |
| REGISTRO | 64.2 | 62.8 | 70.0 | 71.2 | 73.7 | 68.4 dB. |
| PROMEDIO | 63.9 | 65.7 | 71.2 | 70.4 | 71.1 | dB. |

| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | | | |
|--------------------------------|-----------|--------------|------------------|------------|------|----------|
| AREA DE MEDICIÓN: SALA-COMEDOR | | | | | | |
| ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | RUIDO PERMISIBLE | DIMENSIÓN: | | |
| 03/03/2014 | 9:30 P.M. | 22°C | 45 dB. | 13.85 M2 | | |
| PUNTOS DE MEDICIÓN | | | PROMEDIO | UNIDAD | | |
| NUM. | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | |
| REGISTRO | 67.1 | 66.4 | 71.1 | 69.4 | 70.1 | 68.8 dB. |
| NUM. | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | |
| REGISTRO | 75.4 | 71.8 | 72.1 | 69.3 | 69.9 | 71.7 dB. |
| PROMEDIO | 71.2 | 69.1 | 71.6 | 69.4 | 70.0 | dB. |

| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | | | |
|--------------------------------|-----------|--------------|------------------|------------|------|----------|
| AREA DE MEDICIÓN: SALA-COMEDOR | | | | | | |
| ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | RUIDO PERMISIBLE | DIMENSIÓN: | | |
| 05/03/2014 | 8:30 A.M. | 22°C | 45 dB. | 13.85 M2 | | |
| PUNTOS DE MEDICIÓN | | | PROMEDIO | UNIDAD | | |
| NUM. | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | |
| REGISTRO | 72.8 | 81.1 | 81.9 | 83.0 | 75.0 | 78.7 dB. |
| NUM. | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | |
| REGISTRO | 75.5 | 81.3 | 75.2 | 82.8 | 82.7 | 79.5 dB. |
| PROMEDIO | 74.1 | 81.2 | 78.6 | 82.9 | 78.8 | dB. |

| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | | | |
|--------------------------------|-----------|--------------|------------------|------------|------|----------|
| AREA DE MEDICIÓN: SALA-COMEDOR | | | | | | |
| ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | RUIDO PERMISIBLE | DIMENSIÓN: | | |
| 05/03/2014 | 4:30 P.M. | 32°C | 45 dB. | 13.85 M2 | | |
| PUNTOS DE MEDICIÓN | | | PROMEDIO | UNIDAD | | |
| NUM. | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | |
| REGISTRO | 79.2 | 82.5 | 77.7 | 77.8 | 78.9 | 79.2 dB. |
| NUM. | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | |
| REGISTRO | 77.3 | 83.0 | 79.3 | 79.6 | 82.4 | 80.3 dB. |
| PROMEDIO | 78.2 | 82.7 | 78.5 | 78.7 | 80.7 | dB. |

| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | | | |
|--------------------------------|-----------|--------------|------------------|------------|------|-----------|
| AREA DE MEDICIÓN: SALA-COMEDOR | | | | | | |
| ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | RUIDO PERMISIBLE | DIMENSIÓN: | | |
| 05/03/2014 | 9:30 P.M. | 24°C | 45 dB. | 13.85 M2 | | |
| PUNTOS DE MEDICIÓN | | | PROMEDIO | UNIDAD | | |
| NUM. | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | |
| REGISTRO | 102.1 | 100.6 | 101.0 | 104.8 | 95.5 | 100.8 dB. |
| NUM. | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | |
| REGISTRO | 98.6 | 95.6 | 96.6 | 97.1 | 92.7 | 96.1 dB. |
| PROMEDIO | 100.3 | 98.1 | 98.8 | 100.9 | 94.1 | dB. |

0



ACCESO / ENTRADA

| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | | |
|-------------------------------|--------------------|--------------|-------------------|------------|--------|
| AREA DE MEDICIÓN: ENTRADA | | | | | |
| ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | RUIDO PERMISIBLE: | DIMENSIÓN: | |
| 21/02/2014 | 9:00 A.M. | 19°C | - | 12.00 M2 | |
| PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | | |
| NUM. | PUNTOS DE MEDICIÓN | | | PROMEDIO | UNIDAD |
| 2 | 4 | 6 | | | |
| REGISTRO | 71.9 | 69.4 | 70.9 | 70.7 | dB. |
| NUM. | 1 | 3 | 5 | | |
| REGISTRO | 70.8 | 71.2 | 71.7 | 71.2 | dB. |
| PROMEDIO | 71.3 | 70.3 | 71.3 | | dB. |

| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | | |
|-------------------------------|--------------------|--------------|-------------------|------------|--------|
| AREA DE MEDICIÓN: ENTRADA | | | | | |
| ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | RUIDO PERMISIBLE: | DIMENSIÓN: | |
| 21/02/2014 | 5:00 P.M. | 22°C | - | 12.00 M2 | |
| PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | | |
| NUM. | PUNTOS DE MEDICIÓN | | | PROMEDIO | UNIDAD |
| 2 | 4 | 6 | | | |
| REGISTRO | 73.0 | 74.6 | 72.0 | 73.2 | dB. |
| NUM. | 1 | 3 | 5 | | |
| REGISTRO | 72.8 | 74.7 | 72.9 | 73.5 | dB. |
| PROMEDIO | 72.9 | 74.6 | 72.4 | | dB. |

| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | | |
|-------------------------------|--------------------|--------------|-------------------|------------|--------|
| AREA DE MEDICIÓN: ENTRADA | | | | | |
| ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | RUIDO PERMISIBLE: | DIMENSIÓN: | |
| 21/02/2014 | 10:00 P.M. | 19°C | - | 12.00 M2 | |
| PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | | |
| NUM. | PUNTOS DE MEDICIÓN | | | PROMEDIO | UNIDAD |
| 2 | 4 | 6 | | | |
| REGISTRO | 63.9 | 62.3 | 56.4 | 60.8 | dB. |
| NUM. | 1 | 3 | 5 | | |
| REGISTRO | 60.5 | 60.9 | 64.1 | 61.8 | dB. |
| PROMEDIO | 62.2 | 61.6 | 60.2 | | dB. |

| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | | |
|-------------------------------|--------------------|--------------|-------------------|------------|--------|
| AREA DE MEDICIÓN: ENTRADA | | | | | |
| ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | RUIDO PERMISIBLE: | DIMENSIÓN: | |
| 24/02/2014 | 9:00 A.M. | 15°C | - | 12.00 M2 | |
| PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | | |
| NUM. | PUNTOS DE MEDICIÓN | | | PROMEDIO | UNIDAD |
| 2 | 4 | 6 | | | |
| REGISTRO | 71.9 | 70.6 | 71.5 | 71.3 | dB. |
| NUM. | 1 | 3 | 5 | | |
| REGISTRO | 70.8 | 68.7 | 68.9 | 69.5 | dB. |
| PROMEDIO | 71.4 | 69.6 | 70.2 | | dB. |

| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | | |
|-------------------------------|--------------------|--------------|-------------------|------------|--------|
| AREA DE MEDICIÓN: ENTRADA | | | | | |
| ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | RUIDO PERMISIBLE: | DIMENSIÓN: | |
| 24/02/2014 | 5:00 P.M. | 25°C | - | 12.00 M2 | |
| PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | | |
| NUM. | PUNTOS DE MEDICIÓN | | | PROMEDIO | UNIDAD |
| 2 | 4 | 6 | | | |
| REGISTRO | 72.6 | 69.9 | 73.4 | 71.9 | dB. |
| NUM. | 1 | 3 | 5 | | |
| REGISTRO | 72.7 | 72.8 | 73.4 | 72.9 | dB. |
| PROMEDIO | 72.6 | 71.3 | 73.4 | | dB. |

| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | | |
|-------------------------------|--------------------|--------------|-------------------|------------|--------|
| AREA DE MEDICIÓN: ENTRADA | | | | | |
| ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | RUIDO PERMISIBLE: | DIMENSIÓN: | |
| 24/02/2014 | 10:00 P.M. | 17°C | - | 12.00 M2 | |
| PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | | |
| NUM. | PUNTOS DE MEDICIÓN | | | PROMEDIO | UNIDAD |
| 2 | 4 | 6 | | | |
| REGISTRO | 73.8 | 72.8 | 69.9 | 72.2 | dB. |
| NUM. | 1 | 3 | 5 | | |
| REGISTRO | 75.4 | 76.3 | 70.7 | 74.1 | dB. |
| PROMEDIO | 74.6 | 74.5 | 70.3 | | dB. |

| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | | |
|-------------------------------|--------------------|--------------|-------------------|------------|--------|
| AREA DE MEDICIÓN: ENTRADA | | | | | |
| ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | RUIDO PERMISIBLE: | DIMENSIÓN: | |
| 26/02/2014 | 9:00 A.M. | 18° | - | 12.00 M2 | |
| PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | | |
| NUM. | PUNTOS DE MEDICIÓN | | | PROMEDIO | UNIDAD |
| 2 | 4 | 6 | | | |
| REGISTRO | 77.9 | 76.3 | 73.6 | 75.9 | dB. |
| NUM. | 1 | 3 | 5 | | |
| REGISTRO | 78.7 | 76.5 | 73.5 | 76.2 | dB. |
| PROMEDIO | 78.3 | 76.4 | 73.5 | | dB. |

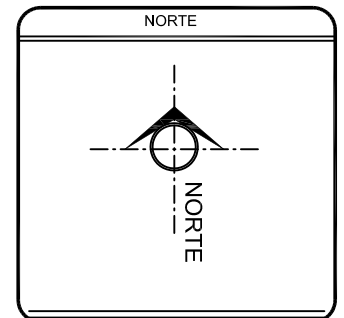
| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | | |
|-------------------------------|--------------------|--------------|-------------------|------------|--------|
| AREA DE MEDICIÓN: ENTRADA | | | | | |
| ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | RUIDO PERMISIBLE: | DIMENSIÓN: | |
| 26/02/2014 | 5:00 P.M. | 23°C | - | 12.00 M2 | |
| PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | | |
| NUM. | PUNTOS DE MEDICIÓN | | | PROMEDIO | UNIDAD |
| 2 | 4 | 6 | | | |
| REGISTRO | 84.1 | 85.1 | 83.5 | 84.2 | dB. |
| NUM. | 1 | 3 | 5 | | |
| REGISTRO | 85.3 | 87.6 | 87.7 | 86.8 | dB. |
| PROMEDIO | 84.7 | 86.3 | 85.6 | | dB. |

| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | | |
|-------------------------------|--------------------|--------------|-------------------|------------|--------|
| AREA DE MEDICIÓN: ENTRADA | | | | | |
| ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | RUIDO PERMISIBLE: | DIMENSIÓN: | |
| 26/02/2014 | 10:00 P.M. | 17°C | - | 12.00 M2 | |
| PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | | |
| NUM. | PUNTOS DE MEDICIÓN | | | PROMEDIO | UNIDAD |
| 2 | 4 | 6 | | | |
| REGISTRO | 85.1 | 87.0 | 84.0 | 85.3 | dB. |
| NUM. | 1 | 3 | 5 | | |
| REGISTRO | 84.9 | 89.4 | 86.8 | 87.0 | dB. |
| PROMEDIO | 85.0 | 88.2 | 85.4 | | dB. |

| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | | |
|-------------------------------|--------------------|--------------|-------------------|------------|--------|
| AREA DE MEDICIÓN: ENTRADA | | | | | |
| ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | RUIDO PERMISIBLE: | DIMENSIÓN: | |
| 28/02/2014 | 9:00 A.M. | 18°C | - | 12.00 M2 | |
| PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | | |
| NUM. | PUNTOS DE MEDICIÓN | | | PROMEDIO | UNIDAD |
| 2 | 4 | 6 | | | |
| REGISTRO | 84.5 | 88.1 | 88.2 | 86.9 | dB. |
| NUM. | 1 | 3 | 5 | | |
| REGISTRO | 86.7 | 85.2 | 87.3 | 86.4 | dB. |
| PROMEDIO | 85.6 | 86.7 | 87.7 | | dB. |

| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | | |
|-------------------------------|--------------------|--------------|-------------------|------------|--------|
| AREA DE MEDICIÓN: ENTRADA | | | | | |
| ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | RUIDO PERMISIBLE: | DIMENSIÓN: | |
| 28/02/2014 | 5:00 P.M. | 23°C | - | 12.00 M2 | |
| PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | | |
| NUM. | PUNTOS DE MEDICIÓN | | | PROMEDIO | UNIDAD |
| 2 | 4 | 6 | | | |
| REGISTRO | 57.5 | 61.3 | 67.6 | 62.1 | dB. |
| NUM. | 1 | 3 | 5 | | |
| REGISTRO | 55.3 | 61.2 | 66.9 | 61.1 | dB. |
| PROMEDIO | 56.4 | 61.2 | 67.2 | | dB. |

| INDICES DE RUIDO EN DECIBELES | | | | | |
|-------------------------------|--------------------|--------------|-------------------|------------|--------|
| AREA DE MEDICIÓN: ENTRADA | | | | | |
| ACTIVIDAD TIPO: MIXTO | | | | | |
| FECHA: | HORA: | TEMPERATURA: | RUIDO PERMISIBLE: | DIMENSIÓN: | |
| 28/02/2014 | 10:00 P.M. | 17°C | - | 12.00 M2 | |
| PUNTOS DE MEDICIÓN | | | | | |
| NUM. | PUNTOS DE MEDICIÓN | | | PROMEDIO | UNIDAD |
| 2 | 4 | 6 | | | |
| REGISTRO | 72.1 | 67.3 | 72.3 | 70.5 | dB. |
| NUM. | 1 | 3 | 5 | | |
| REGISTRO | 69.8 | 65.6 | 72.1 | 69.2 | dB. |
| PROMEDIO | 70.9 | 66.5 | 72.2 | | dB. |



SIMBOLOGÍA

| | |
|--|------------------------|
| | EJES |
| | COTAS |
| | BAJADA DE AGUA PLUVIAL |
| | PENDIENTE 2% |
| | |
| | |
| | |
| | |

Proyecto:
CASA HABITACION

Tipo de plano:
PLANTA DE CONJUNTO Y AZOTEA

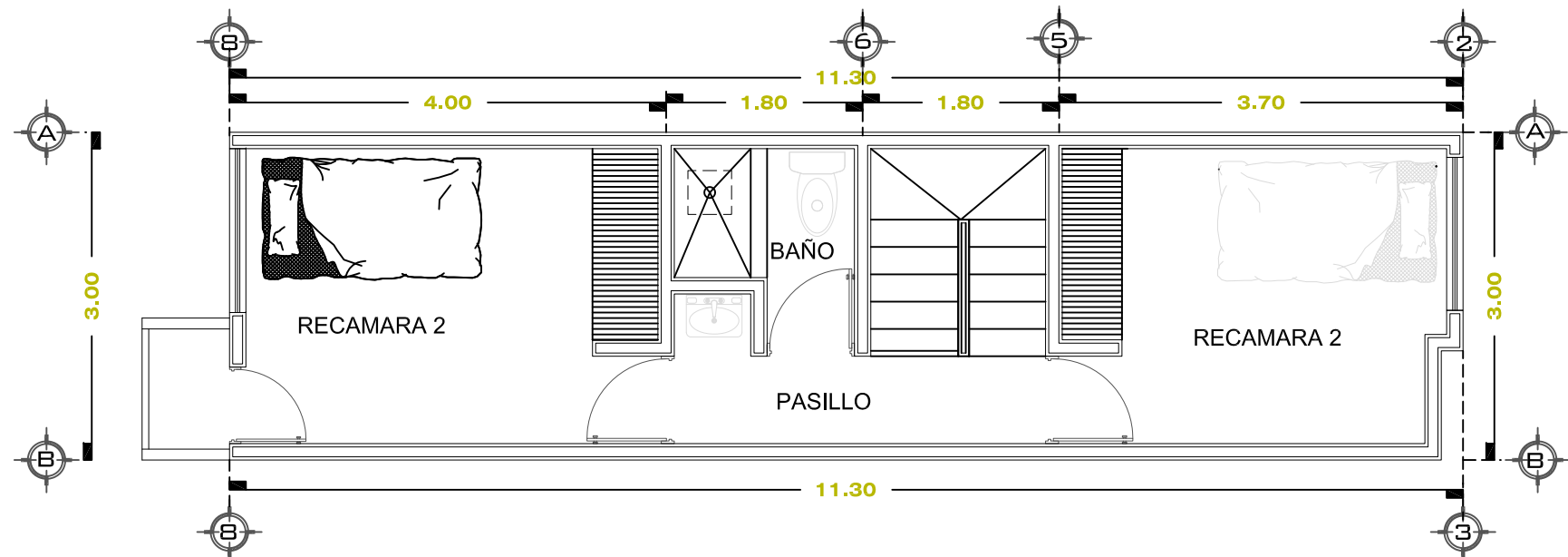
Plano:

Ubicación:
CALLE 117 ORIENTE Y 18 SUR

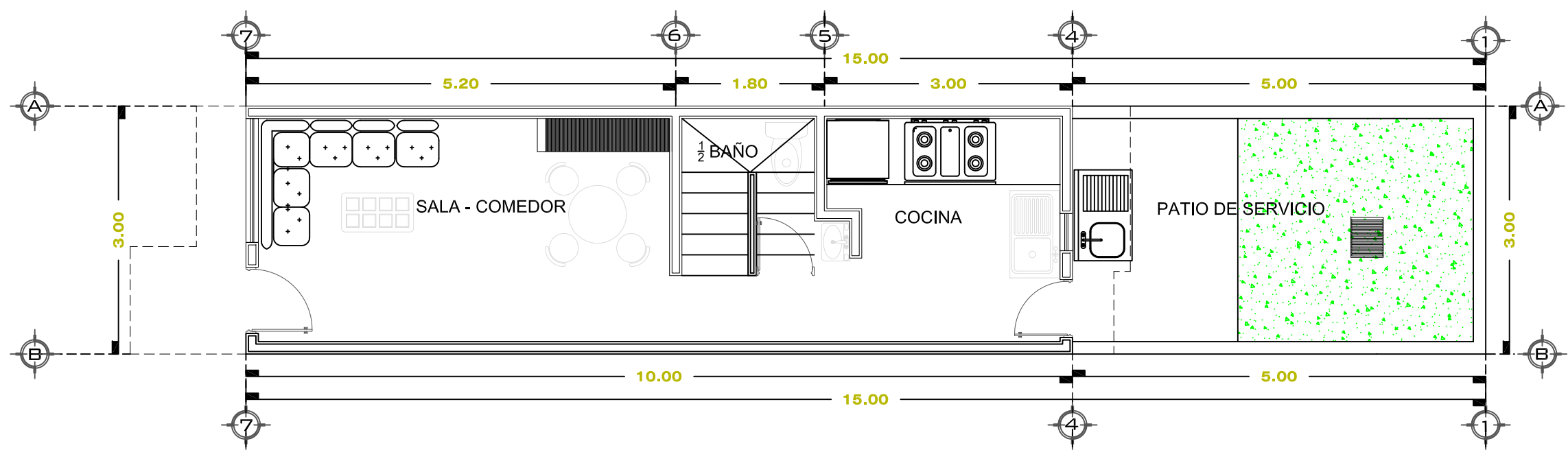
Integrantes:
DECIDERIO BALTAZAR ROSALBA
HERNANDEZ RUGERIO NADIA STEPHANIE

| | |
|---------------|-----------------|
| Acotación: m2 | Escala: 1:100 |
| Clave: | Nº: 1-AZ |

Fecha: 13/ 11 / 2013

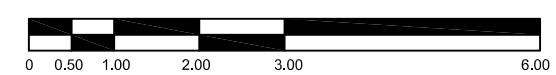


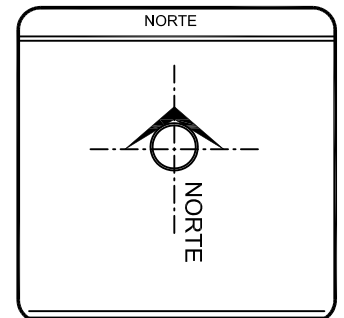
PLANTA ALTA



PLANTA BAJA

Escala Gráfica:





SIMBOLOGÍA

| | |
|--|------------------------|
| | EJES |
| | COTAS |
| | BAJADA DE AGUA PLUVIAL |
| | PENDIENTE 2% |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

Proyecto:
CASA HABITACION

Tipo de plano:
PLANTA DE CONJUNTO Y AZOTEA

Plano:

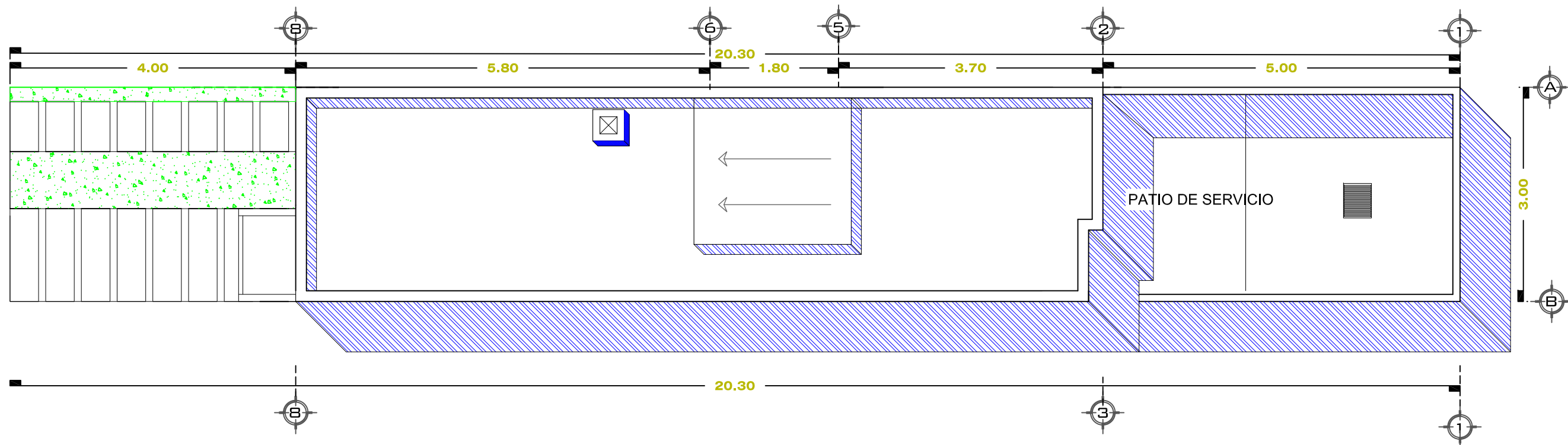
Ubicación:
CALLE 117 ORIENTE Y 18 SUR

Integrantes:
DECIDARIO BALTAZAR ROSALBA
HERNANDEZ RUGERIO NADIA STEPHANIE

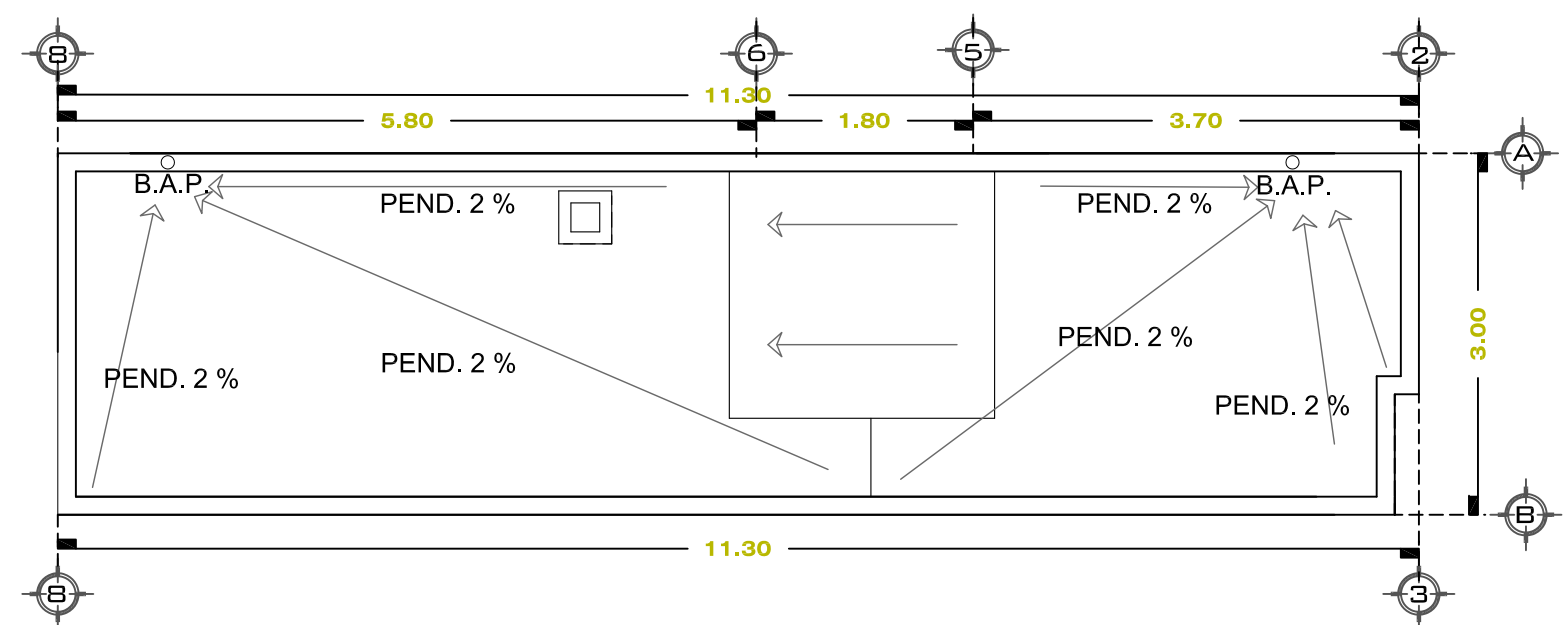
Acotación: m2 Escala: 1:100

Clave: No: **1-AZ**

Fecha: 13/11/2013

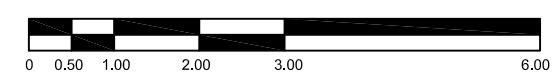


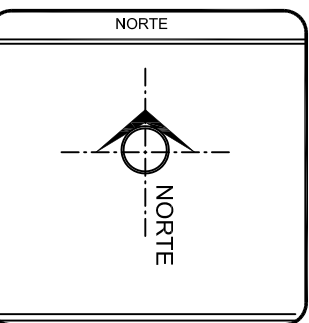
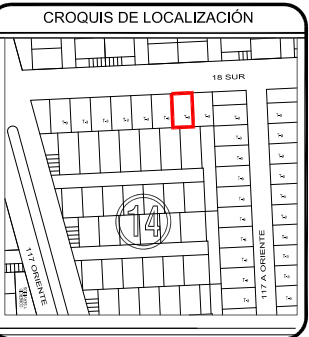
PLANTA DE CONJUNTO



PLANTA DE AZOTEA

Escala Gráfica:





SIMBOLOGÍA

| | |
|--|-------|
| | EJES |
| | COTAS |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

Proyecto:
CASA HABITACION

Tipo de plano:
FACHADAS

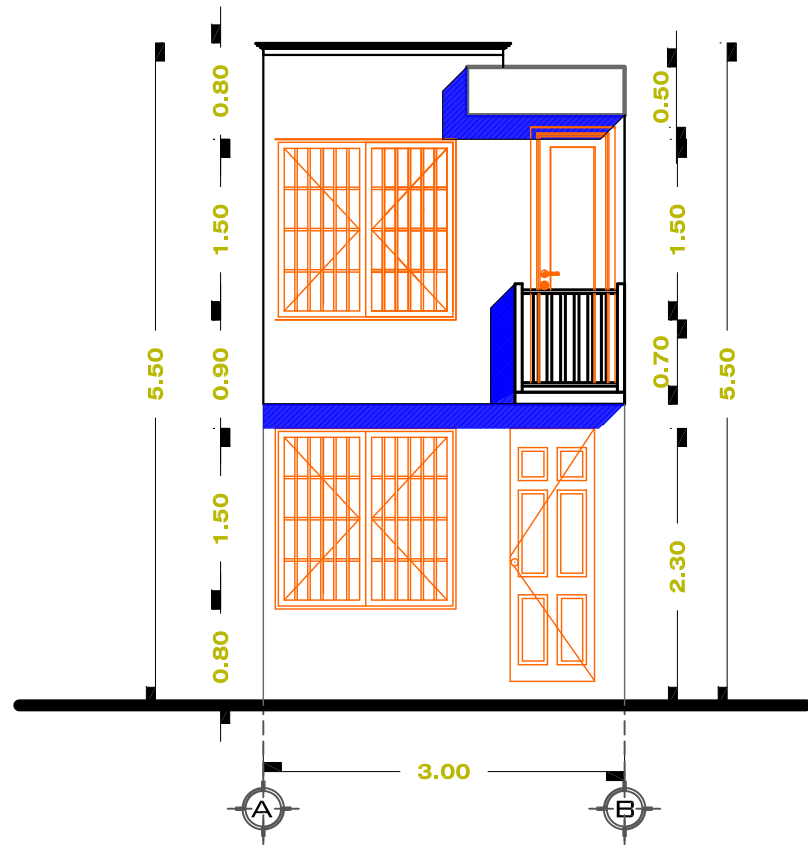
Plano:

Ubicación:
CALLE 117 ORIENTE Y 18 SUR

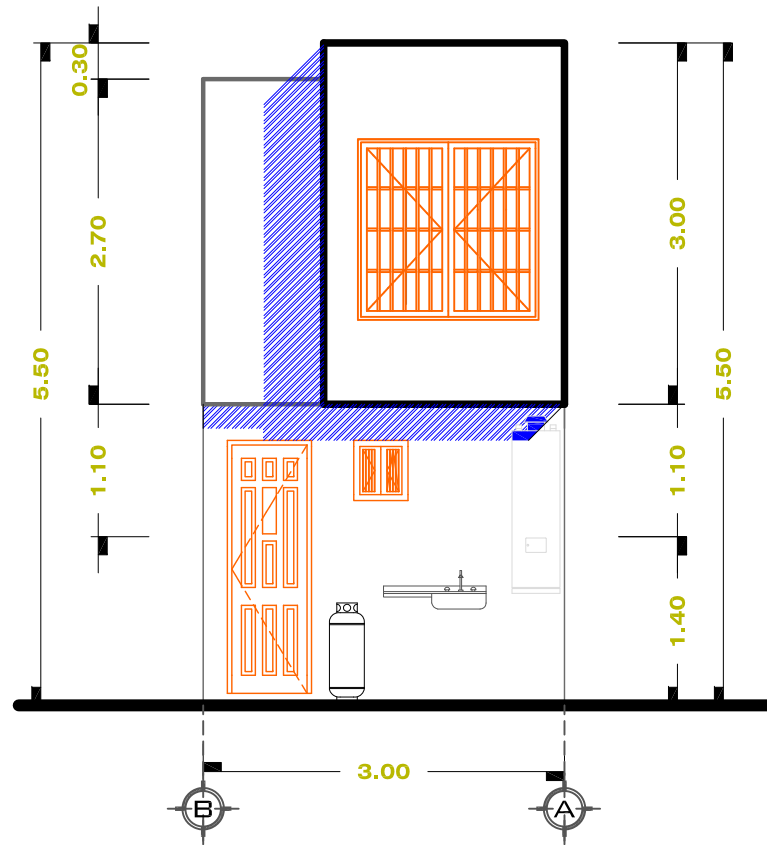
Integrantes:
DECIDARIO BALTAZAR ROSALBA
HERNANDEZ RUGERIO NADIA STEPHANIE

| | |
|---------------|-------------------|
| Acotación: m2 | Escala: 1:100 |
| Clave: | Nº: 1-F |

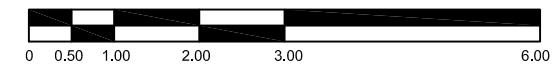
Fecha: 13/ 11 / 2013



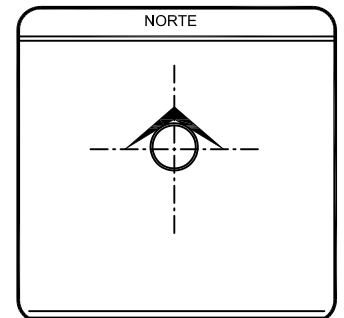
FACHADA FRONTAL



FACHADA POSTERIOR



Escala Gráfica:



SIMBOLOGÍA

| | |
|--|-------|
| | EJES |
| | COTAS |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

Proyecto:
CASA HABITACION

Tipo de plano:
CORTES

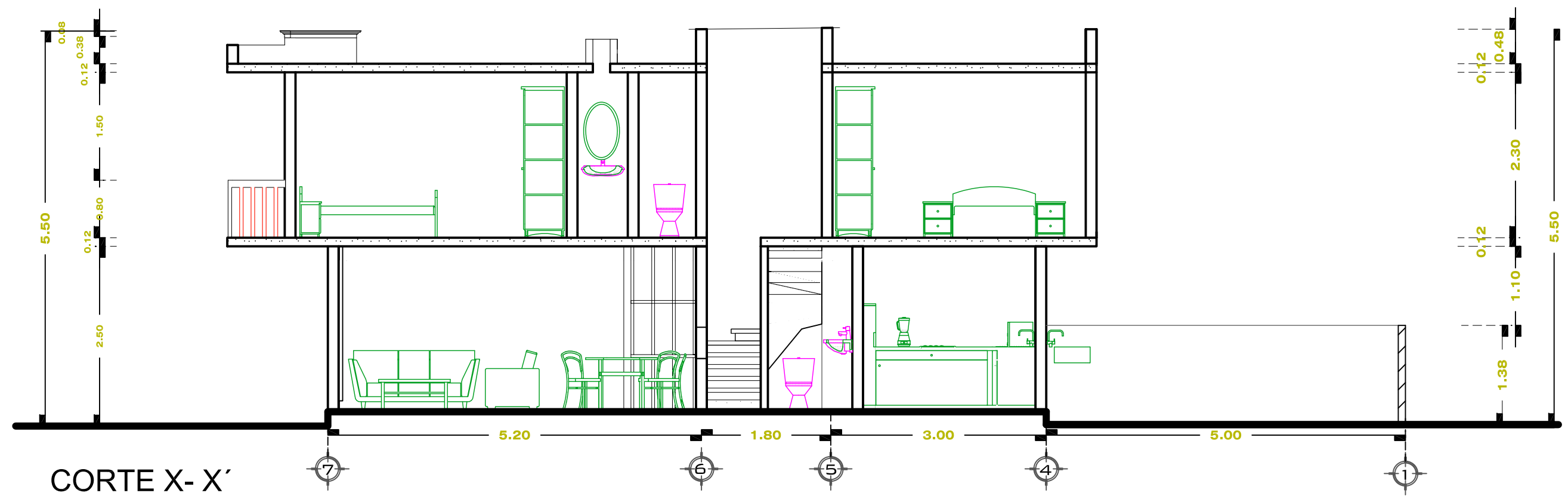
Plano:

Ubicación:
CALLE 117 ORIENTE Y 18 SUR

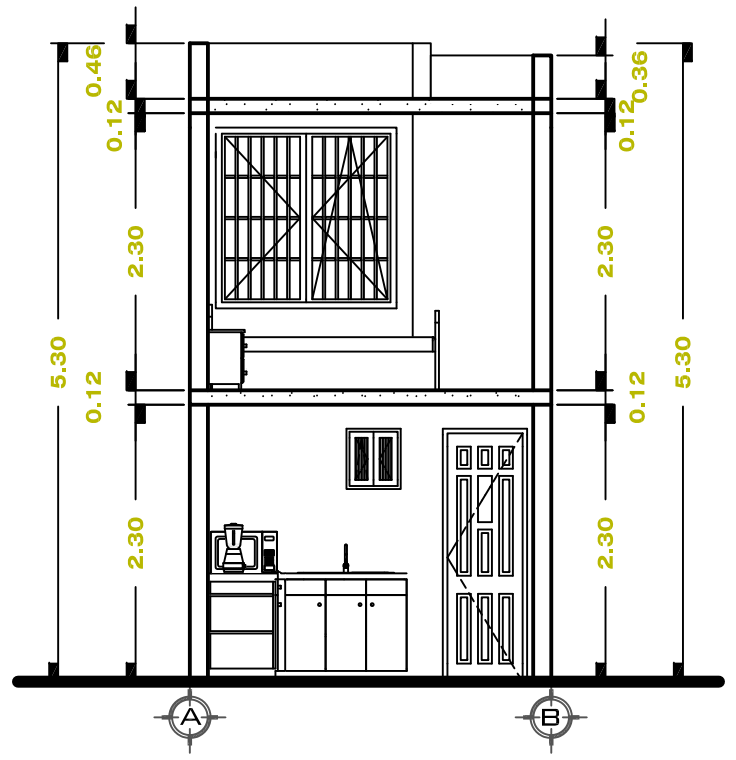
Integrantes:
DECIDERIO BALTAZAR ROSALBA
HERNANDEZ RUGERIO NADIA STEPHANIE

| | |
|---------------|-------------------|
| Acotación: m2 | Escala: 1:100 |
| Clave: | Nº: 1-C |

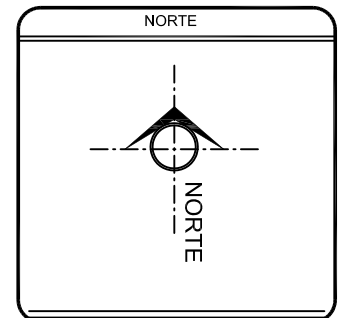
Fecha: 13/11/2013



CORTE X- X'



CORTE Y- Y'



SIMBOLOGÍA

| | |
|--|-------|
| | EJES |
| | COTAS |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

Proyecto:
CASA HABITACION

Tipo de plano:
PLANTA DE LOSAS

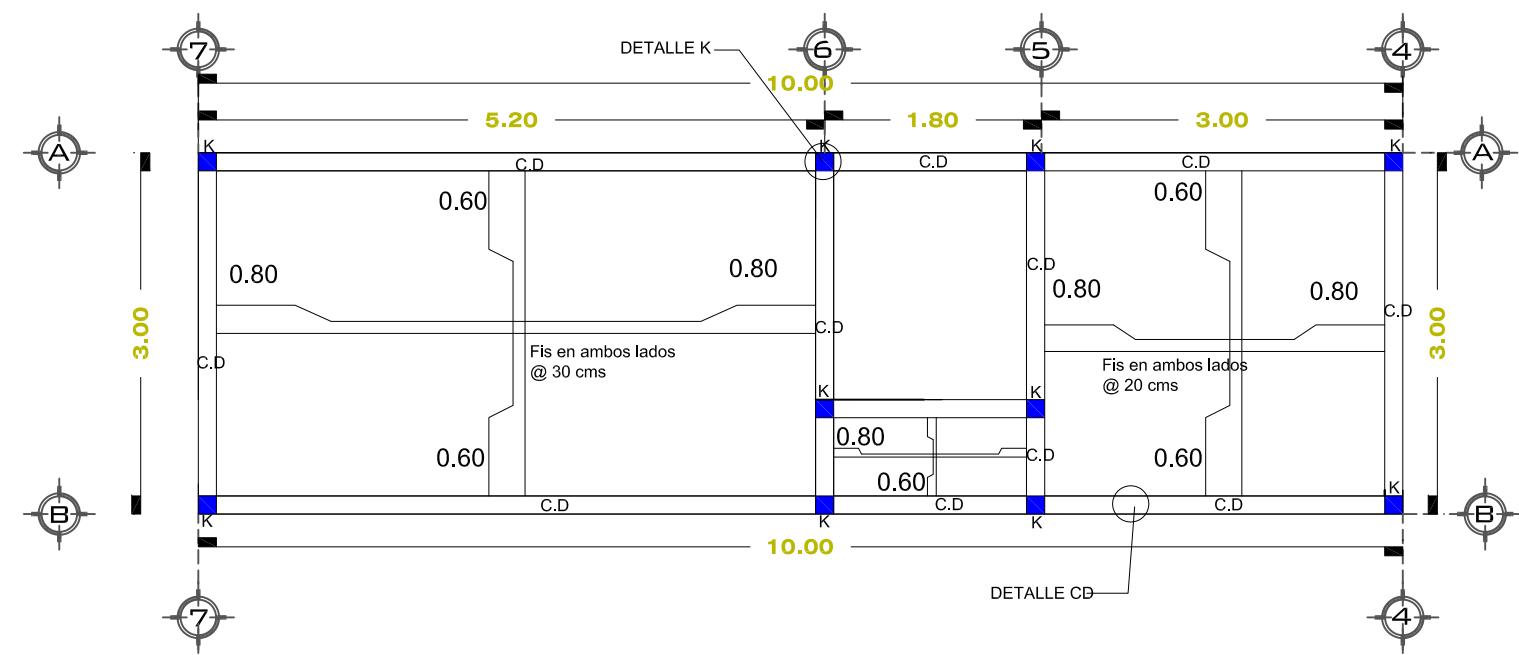
Plano:

Ubicación:
CALLE 117 ORIENTE Y 18 SUR

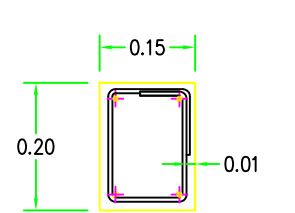
Integrantes:
**DECIDERIO BALTAZAR ROSALBA
HERNANDEZ RUGERIO NADIA STEPHANIE**

| | |
|---------------|-----------------|
| Acotación: m2 | Escala: 1:100 |
| Clave: | Nº: 1-LC |

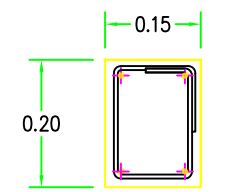
Fecha: 15/ 10 / 2013



LOSA DE CIMENTACION

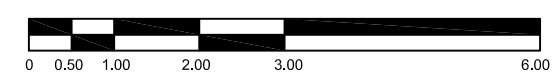


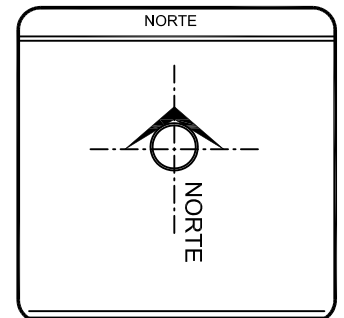
ESTR. 3/4" ϕ
VER DISTRIBUCION
DE ESTRIBOS EN COLUMNA
CASTILLO K



ESTR. 3/4" ϕ
VER DISTRIBUCION
DE ESTRIBOS EN COLUMNA
CADENA CD

Escala Gráfica:

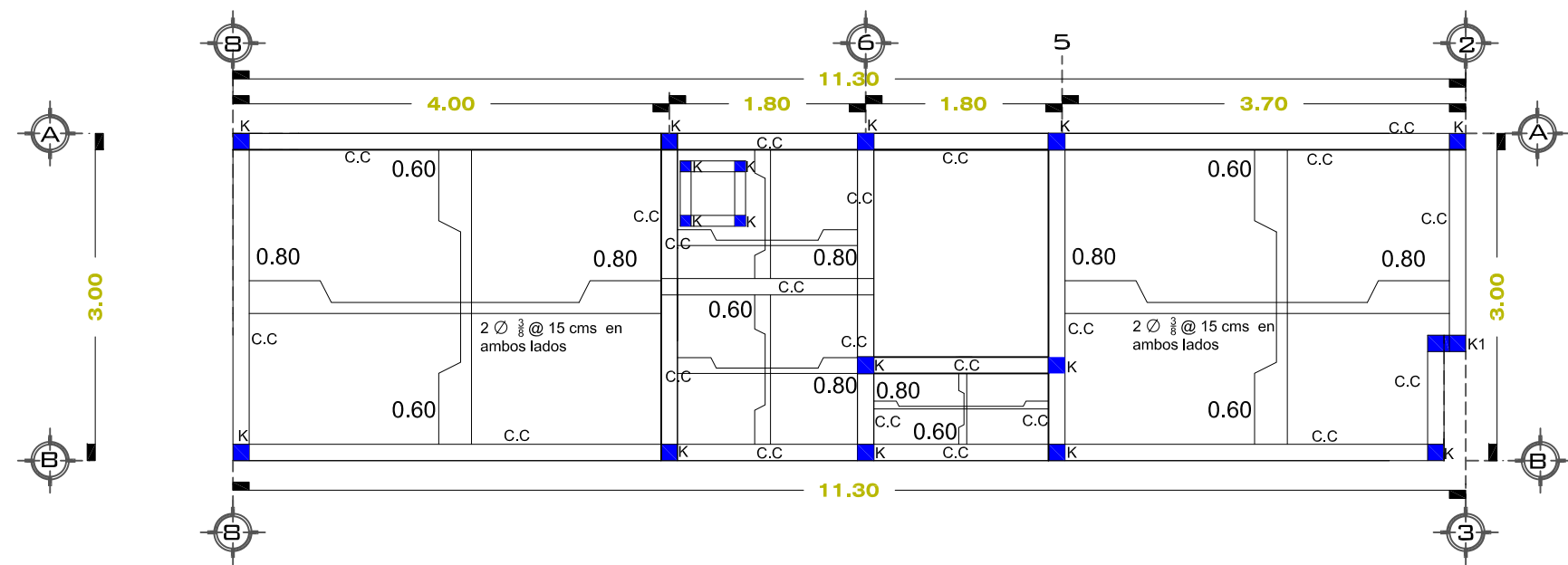




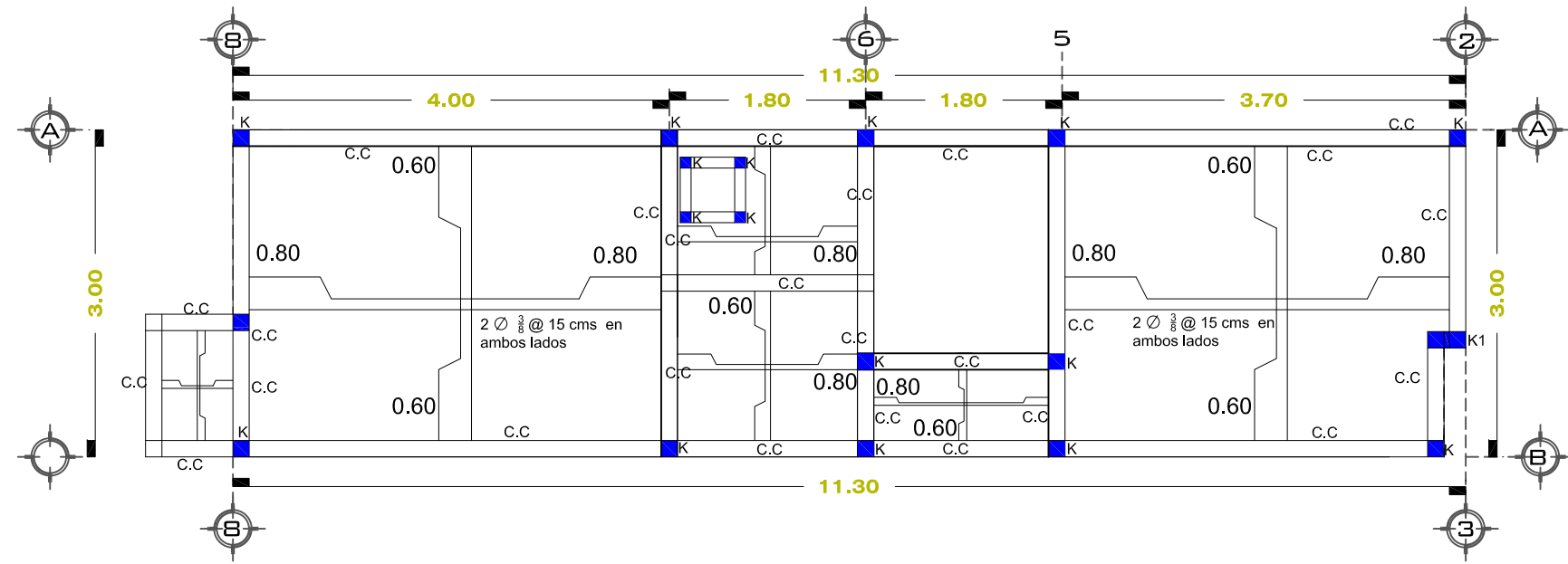
SIMBOLOGÍA

| | |
|--|-------|
| | EJES |
| | COTAS |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Proyecto: CASA HABITACION | |
| Tipo de plano: PLANTA DE LOSAS | |
| Plano: | |
| Ubicación: CALLE 117 ORIENTE Y 18 SUR | |
| Integrantes: DECIDERIO BALTAZAR ROSALBA HERNANDEZ RUGERIO NADIA STEPHANIE | |
| Acotación: m2 | Escala: 1:100 |
| Clave: | Nº: 1-L |
| Fecha: 15/ 10 / 2013 | |

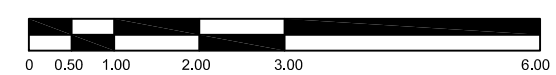


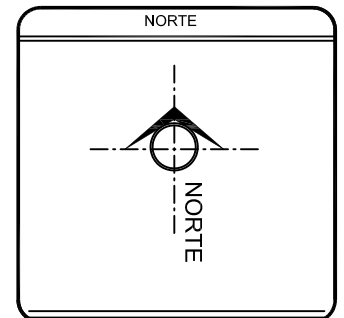
PLANTA DE LOSA DE AZOTEA



PLANTA DE LOSA DE ENTREPISO

Escala Gráfica:





SIMBOLOGÍA

| | |
|--|------------------------|
| | EJES |
| | COTAS |
| | LÍNEA DE AGUA CALIENTE |
| | LÍNEA DE AGUA FRÍA |
| | CODO 1/2" |
| | TEE 1/2" |
| | CODO 3/4" |
| | TEE 3/4" |
| | TOMA DE AGUA |
| | LLAVE DE SERVICIO |
| | LÍNEA DE AGUA QUE SUBE |
| | LÍNEA DE AGUA QUE BAJA |

Proyecto:
CASA HABITACION

Tipo de plano:
PLANTAS ARQUITECTONICAS

Plano:

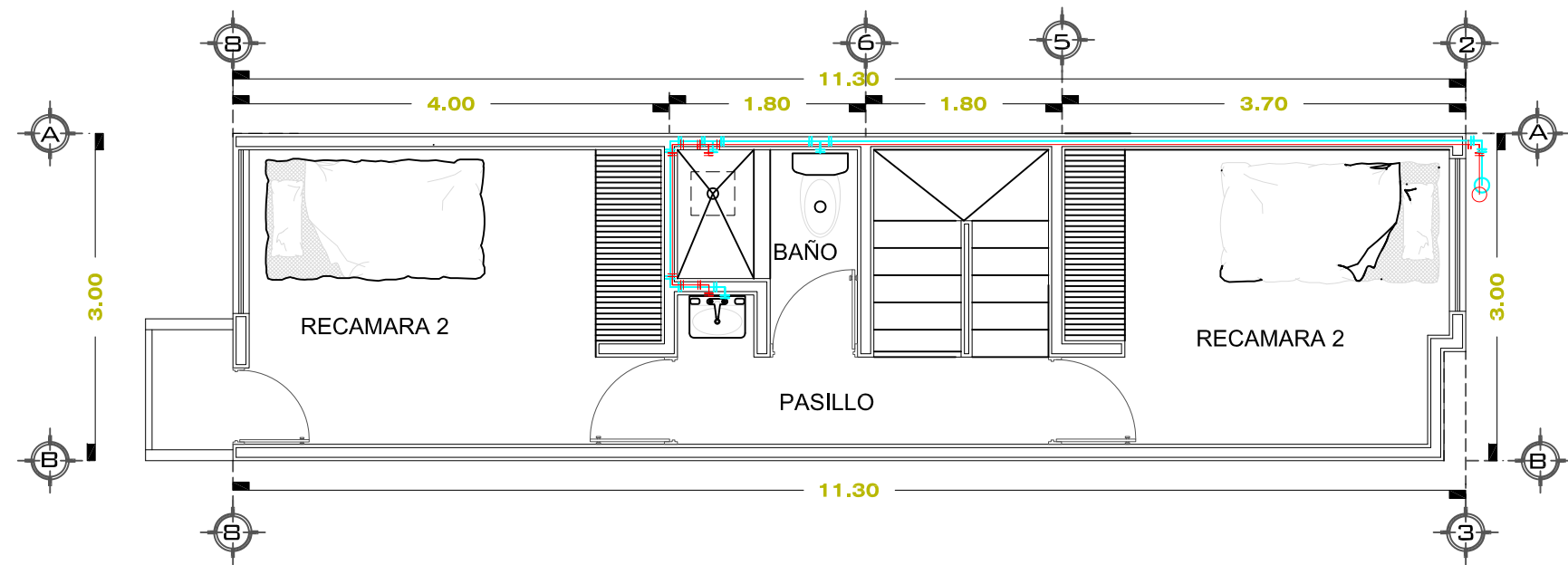
Ubicación:
CALLE 117 ORIENTE Y 18 SUR

Integrantes:
DECIDERIO BALTAZAR ROSALBA
HERNANDEZ RUGERIO NADIA STEPHANIE

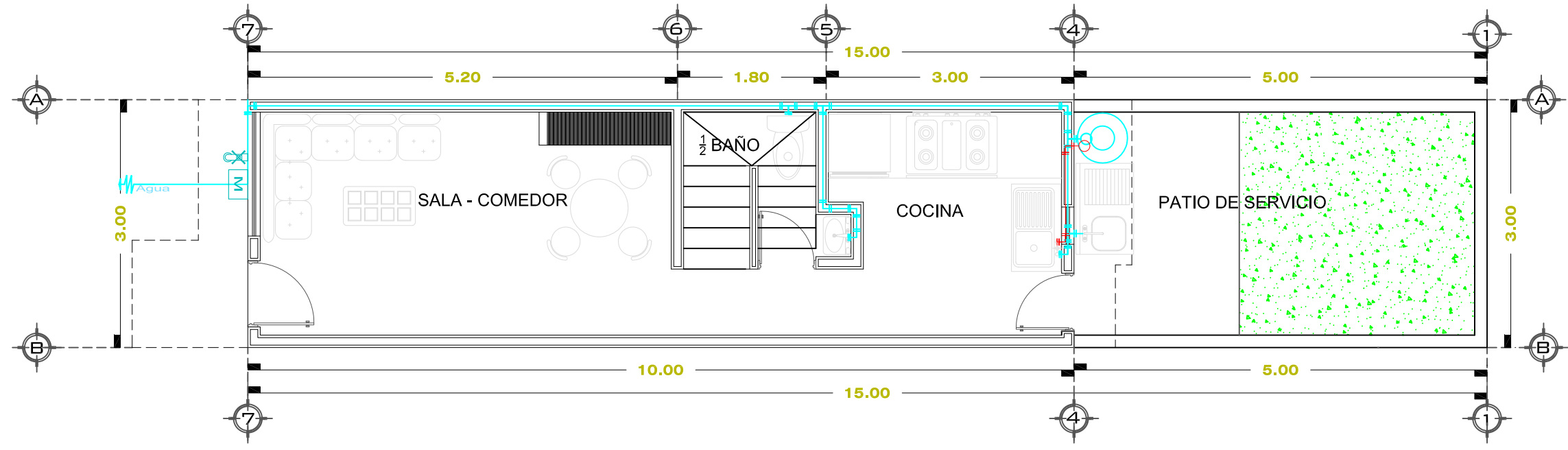
Acotación: m2 Escala: 1:100

Clave: No: **1-H**

Fecha: 13/ 11 / 2013

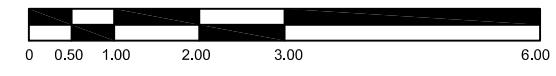


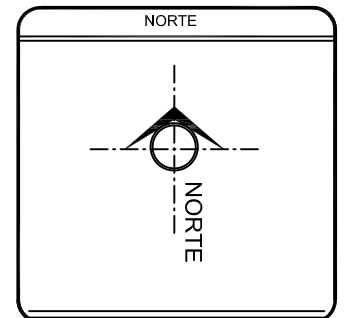
PLANTA ALTA



PLANTA BAJA

Escala Gráfica:





SIMBOLOGÍA

| | |
|--|--------------------------------------|
| | ACOMETIDA ELECTRICA |
| | SUBE A PLANTA ALTA |
| | VIENE DE PLANTA BAJA |
| | CONTACTO |
| | APAGADOR SENCILLO |
| | APAGADOR DE ESCALERA |
| | SALIDA INCANDESCENTE ARBORTANTE |
| | SALIDA INCANDESCENTE |
| | REGISTRO DE 10X10cm |
| | SALIDA TELEFONO |
| | SALIDA TV |
| | SALIDA INCANDESCENTE ARBORTANTE EXT. |
| | TABLERO DE DISTRIBUCION |
| | BOTON TIMBRE |

Proyecto:
CASA HABITACION

Tipo de plano:
PLANTAS ELECTRICAS

Plano:

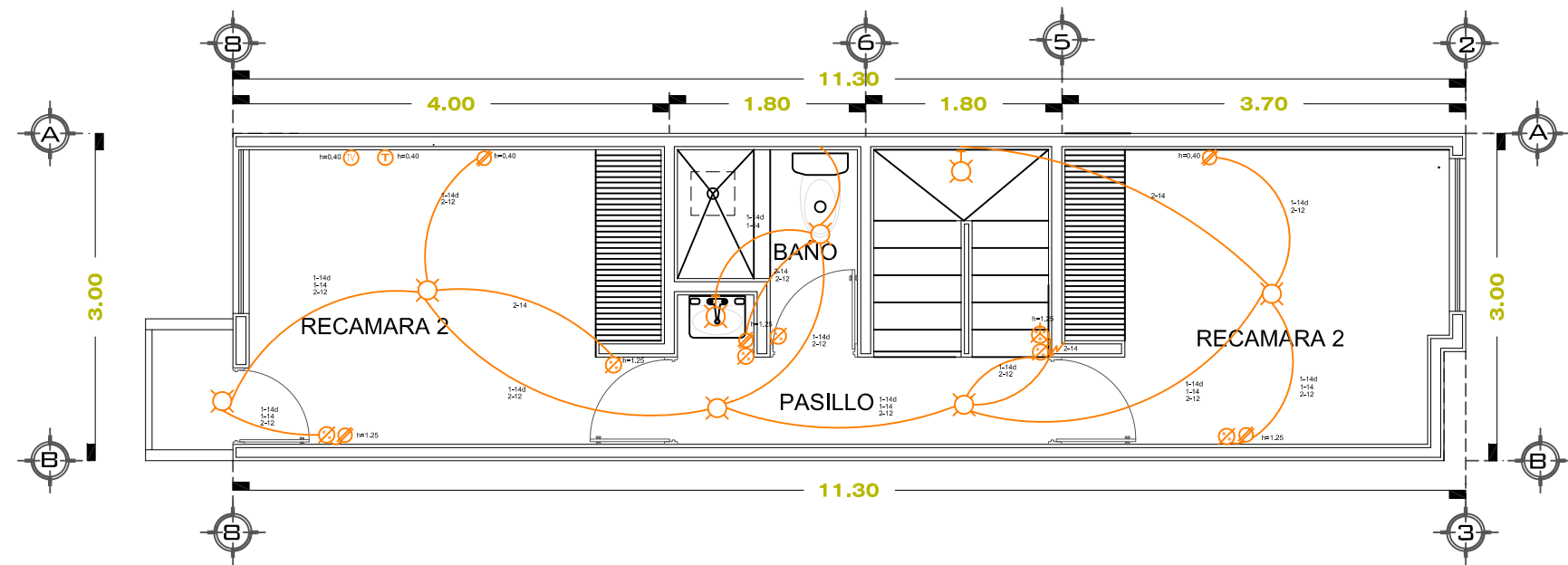
Ubicación:
CALLE 117 ORIENTE Y 18 SUR

Integrantes:
DECIDERIO BALTAZAR ROSALBA
HERNANDEZ RUGERIO NADIA STEPHANIE

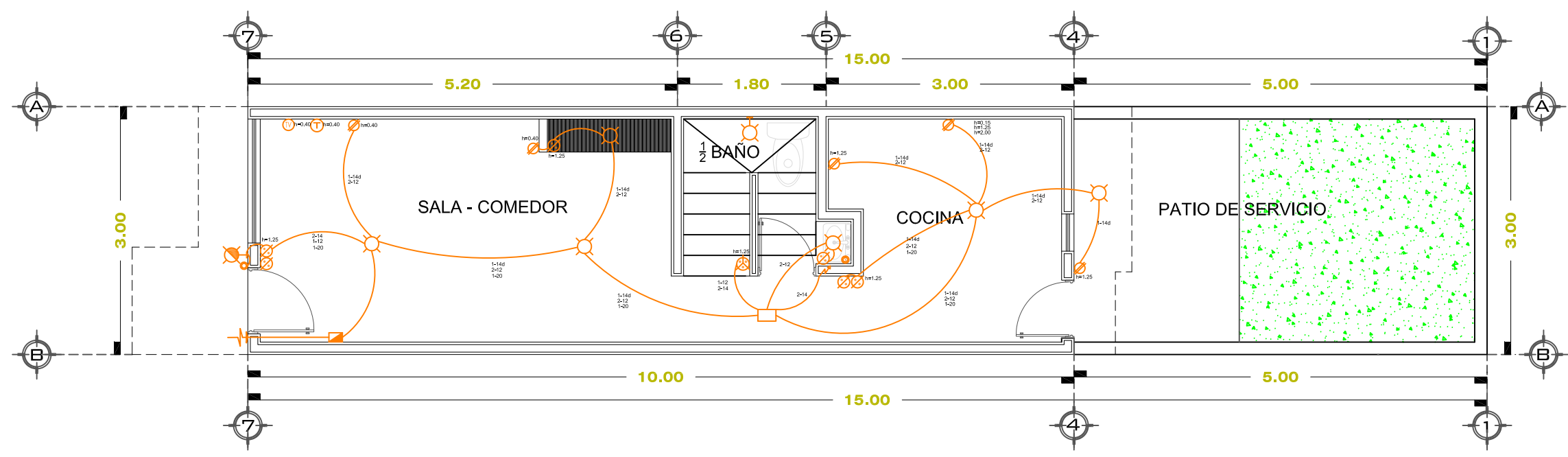
Acotación: m2 Escala: 1:100

Clave: No: **1-E**

Fecha: 13/ 11 / 2013

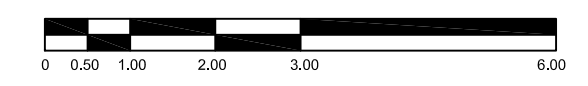


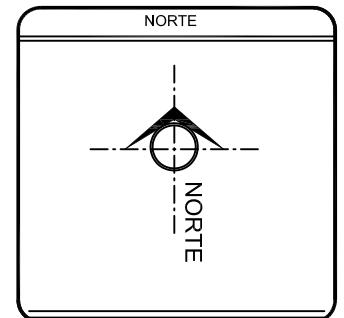
PLANTA ALTA



PLANTA BAJA

Escala Gráfica:





SIMBOLOGÍA

| | |
|--|----------------------|
| | ACABADOS EN PISOS |
| | ACABADOS EN PISOS |
| | ACABADOS EN PISOS |
| | ACABADOS EN MUROS |
| | ACABADOS EN PLAFONES |

Proyecto:
CASA HABITACION

Tipo de plano:
PLANTA DE ACABADOS

Plano:

Ubicación:
CALLE 117 ORIENTE Y 18 SUR

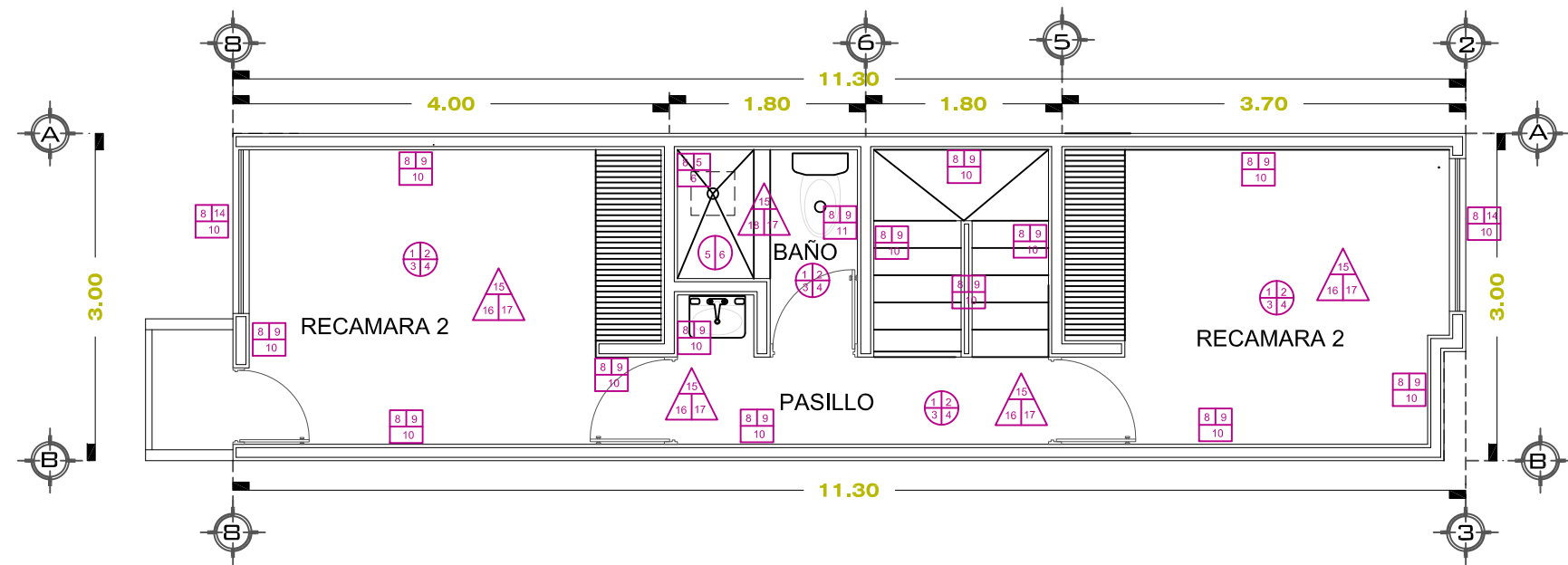
Integrantes:
DECIDERIO BALTAZAR ROSALBA
HERNANDEZ RUGERIO NADIA STEPHANIE

Acotación: m2 Escala: 1:100

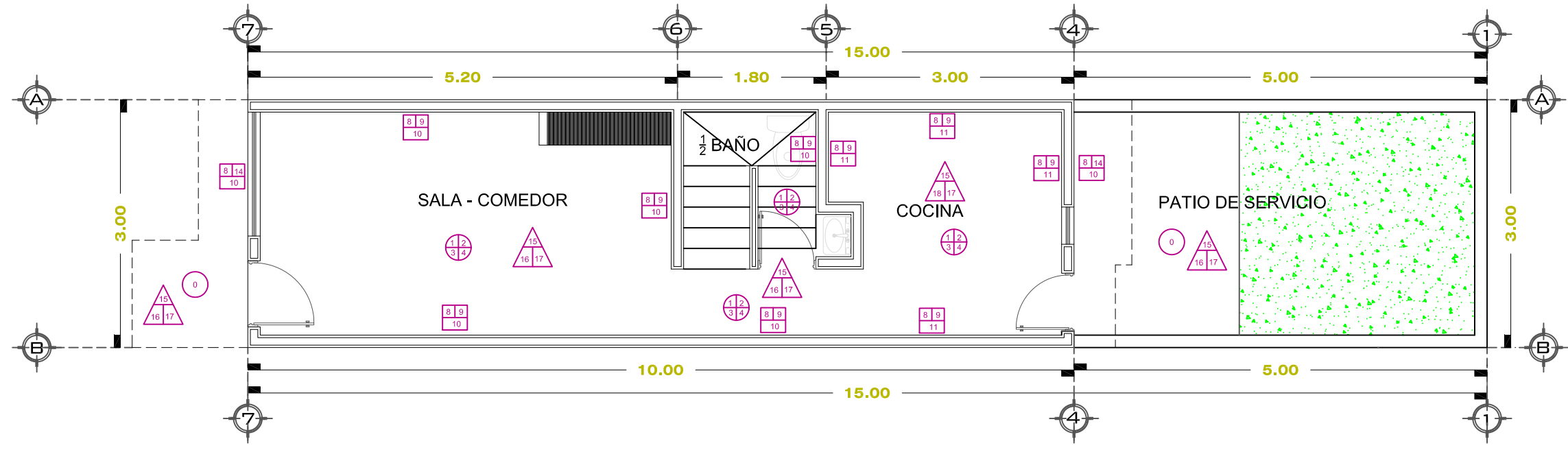
Clave: No: **1-K**

Fecha: 13/11/2013

| NO. | ESPECIFICACION DE ACABADOS |
|-----|-----------------------------------------|
| 0 | PISO DE CEMENTO FIRME |
| 1 | RESKON PARA RECIBIR PISO DE LOSETA |
| 2 | PISO DE LOSETA VINILICA DE 30X30cm |
| 3 | PEGAMENTO DE CONTACTO |
| 4 | ZOCLO VINILICO DE 7cm |
| 5 | PEGA AZULEJO |
| 6 | AZULEJO 20X25cm |
| 8 | REVESTIMIENTO DE YESO |
| 9 | ACABADO DE TIROL PLANCHADO |
| 10 | PINTURA VINILICA A DOS MANOS |
| 11 | PINTURA ESMALTE A DOS MANOS |
| 14 | TIROL RUSTICO BASE CEMENTO |
| 15 | REVESTIMIENTO DE YESO |
| 16 | TIROL RUSTICO |
| 17 | ACABADO CON PINTURA ESMALTE A DOS MANOS |
| 18 | APLANADO DE YESO TERMINADO FINO |

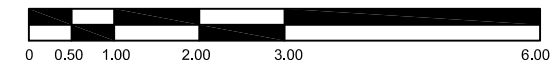


PLANTA ALTA



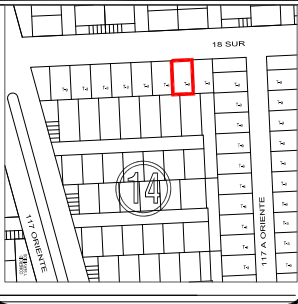
PLANTA BAJA

Escala Gráfica:

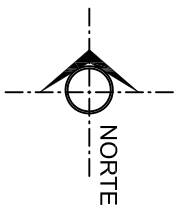




CROQUIS DE LOCALIZACIÓN



NORTE



ESPECIFICACIONES

La medición se realizó en 4 áreas de la casa habitación las cuales fueron:

- Recamara 2 (Sin balcon) a cada 0.50 cm.
- Escaleras en cada una de las huellas con las que cuenta.
- Sala - Comedor a cada 0.90 cm.
- Entrada a un 1.00 x 0.90 cm.

Proyecto:
CASA HABITACION

Tipo de plano:
PUNTOS DE MEDICIÓN SONORA

Plano:

Ubicación:
CALLE 117 ORIENTE Y 18 SUR

Integrantes:
DECIDERIO BALTAZAR ROSALBA
HERNANDEZ RUGERIO NADIA STEPHANIE

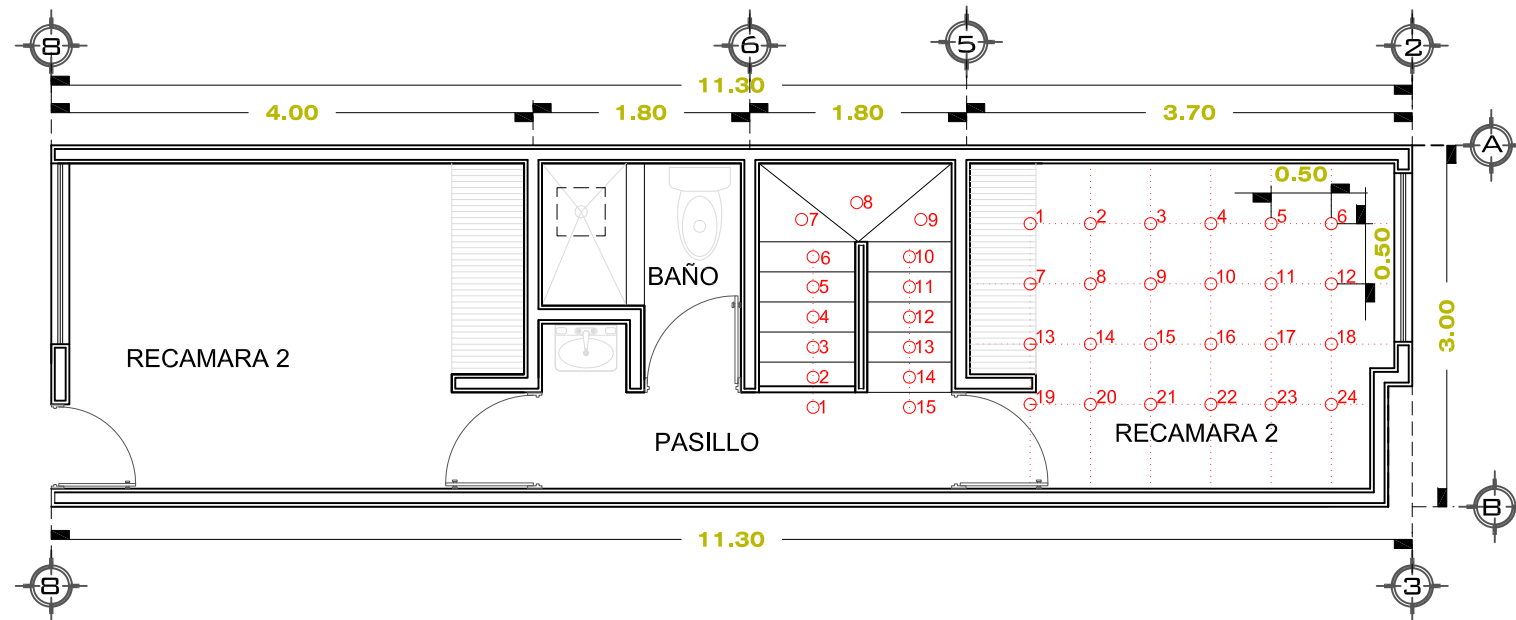
Acotación: m2

Escala: 1:100

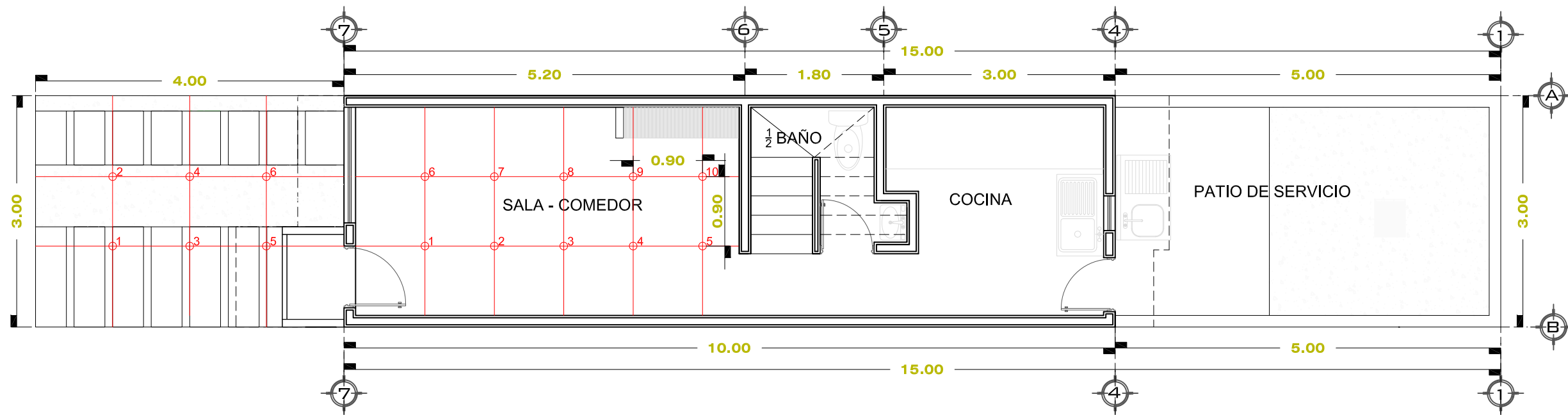
Clave: No:

1-P

Fecha: 16/06/2014



PLANTA ALTA



PLANTA BAJA

Escala Gráfica:

