

UNIVERSIDAD DE CUENCA  
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

ANTEPROYECTO ARQUITECTÓNICO DE DOS  
ESTACIONES DE BOMBEROS PARA LA CIUDAD  
DE CUENCA EN BASE A ESTRATEGIAS DE DISEÑO

---

TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO  
PROFESIONAL DE ARQUITECTA

AUTORAS: ANA ELIZABETH CEVALLOS AGUIRRE  
MARÍA GABRIELA PÉREZ ORTEGA

DIRECTOR: ARQ. MPA. PABLO LEÓN G.  
ENERO 2020





UNIVERSIDAD DE CUENCA

Facultad de Arquitectura y Urbanismo

Carrera de Arquitectura

**ANTEPROYECTO ARQUITECTÓNICO DE DOS ESTACIONES DE BOMBEBOS PARA LA CIUDAD DE CUENCA EN BASE A ESTRATEGIAS DE DISEÑO**

---

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Arquitecta

AUTORAS:

Ana Elizabeth Cevallos Aguirre

CI: 0107423253

lizcevallosa@hotmail.com

María Gabriela Pérez Ortega

CI: 0104977129

gabrielaperezortega@hotmail.com

DIRECTOR:

Arq. Mpa. Pablo Armando León González

CI: 0102675261

Cuenca - Ecuador

02/03/2020



## RESUMEN

El proyecto de titulación parte del convenio realizado con el Benemérito Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Cuenca (BCBVC), debido a la necesidad de elaborar el estudio de la localización óptima de equipamientos para bomberos en zonas que no cuentan con la cobertura del servicio brindado por la entidad.

Posterior al análisis de localización de equipamientos de emergencia se procede a seleccionar dos puntos favorables para la ubicación y diseño de dos estaciones. Se analizan diferentes posturas arquitectónicas y diversas normativas utilizadas en medios con características similares a Cuenca, para de los mismos obtener estrategias proyectadas especialmente para brindar una mejor movilidad, funcionalidad, y desarrollo de actividades en estaciones de bomberos.

Para la elaboración del diseño de las distintas estaciones a emplazarse los puntos seleccionados y en futuros puntos de la ciudad, se plantea la utilización de un sistema universal que permita diversas maneras de organizar, dar la posibilidad de un rápido montaje y desmontaje de las estaciones, para así generar pro-

gresividad y versatilidad del sistema y obtener infinidad de soluciones sin necesidad de alterar el sistema constructivo.

Una de las estrategias fundamentales de este trabajo es dar la posibilidad de dotar a la ciudad de estaciones menores en mayor cantidad, y facilitar el crecimiento de las estaciones de acuerdo a necesidades. Enfrentando de esta manera el problema económico existente, y permitiendo generar mayor cobertura con estaciones menores con opción a ser progresivas.

### PALABRAS CLAVE:

Estación de bomberos. Equipamiento de emergencia. Localización óptima. Estrategias de diseño.



## ABSTRACT

This Degree Project comes from an agreement stated with the fire department of Cuenca, due to the necessity of elaborating a study of the optimum localization of fire equipment in the zones of Cuenca where there is not the coverage that the entity offers.

After the analysis of the emergency equipment localization, the process of the selection of two favorable points in the city for the localization and design of the stations is developed.

Different architectural postures and various norms used in areas with similar features as the ones in the selected locations in Cuenca for the fire departments are assessed. From its study, some strategies are obtained in order to offer a better mobility, functionality, and development of the activities in the fire stations.

For the elaboration of the design of the different stations to be built in the selected points and in future places in the city, the deployment of a universal system that allows various forms of organizing and giving the possibility of a quick assembly and disassembly of the

stations is posed. This system is presented in order to generate progressivity and versatility in the system, and also to obtain several solutions without the necessity of disturbing the construction system.

One of the fundamental strategies of this project is to give the possibility of equipping the city with minor stations in greater quantity, and to facilitate the increase of the stations according to its respective necessities; which have the possibility of being incremented.

### KEYWORDS:

Fire station. Emergency equipment. Location optimization. Design strategies.



# CONTENIDOS

## Capítulo 1 Diseño de la investigación

11.	Definición de la problemática .....	21
12.	Hipótesis.....	23
13.	Objetivos.....	23
14.	Generalidades.....	24
15.	Localización de estaciones de bomberos....	25
16.	Normativas.....	27
17.	Estrategias de Diseño.....	28
18.	Versatilidad, Progresividad y Reversibilidad....	29
19.	Reseña Histórica.....	30
19.1.	Linea de tiempo de Estaciones de Bomberos en Cuenca.....	32
110.	Metodología.....	34
110.1.	Aplicación de la metodología.....	35

## Capítulo 2 Análisis Urbano

2.1.	Diagnóstico del estado actual de las estaciones de bomberos en la ciudad de Cuenca.....	39
2.1.1.	Ubicación de estaciones existentes	41
2.1.2.	Análisis de las estaciones existentes	42

2.1.3.	Conclusiones.....	74
2.2.	Análisis de modelos de localización y asignación de sitios.....	77
2.2.1.	Método LSCP.....	78
2.2.2.	Método MCLP.....	80
2.2.3.	Método FCA.....	82
2.2.4.	Proceso de Jerarquía Analítica.....	84
2.2.5.	Conclusiones.....	85
2.3.	Aplicación del método .....	86

## Capítulo 3 Criterios de diseño

3.1.	Análisis de normativas generales para estaciones de bomberos.....	105
3.1.1.	Normativa Venezolana.....	106
3.1.2.	Estandarización Nacional de bomberos de Chile .....	108
3.1.3.	Unified Facilities Criteria (Ufc).....	110
3.1.4.	Designers Guide - Firefighting operation emergency vehicle access guide.....	113
3.1.5.	National Fire Protection Association	114

3.2.	Análisis de casos de estudio.....	116
3.2.1.	Estación de Bomberos de Santo Tirso, Portugal.....	124
3.2.2.	Estación de Bomberos 5ta compañía de la Concepción, Chile .....	136
3.2.3.	Centro de Control de Desastres del Cuerpo de Bomberos de Minamisoma .....	148
3.3.	Resultados y comparación de casos.....	162

## Capítulo 4 Propuesta Arquitectónica

4.1.	Estrategias arquitectónicas.....	169
4.2.	Anteproyecto.....	184
4.2.1.	Determinaciones de implantación...	184
4.2.2.	Programa arquitectónico N°1.....	185
4.2.3.	Programa arquitectónico N°2.....	186
4.3.	Criterios de modulación.....	188
4.4.	Sistema estructural.....	190
4.4.1.	Sistema constructivo.....	192
4.4.2.	Criterios generales previos al análisis de sitio .....	194



# CONTENIDOS

4.5. Estación N°11. Sector "El Tejar".....	197
4.5.1. Memoria técnica .....	198
4.5.2. Determinación para el uso y ocupación del suelo urbano.....	199
4.5.3. Jerarquías viales.....	200
4.5.4. Análisis de equipamientos.....	201
4.5.5. Análisis de usos de suelo.....	202
4.5.6. Análisis de áreas verdes.....	203
4.5.7. Análisis de llenos y vacíos.....	204
4.5.8. Análisis de flujos de tráfico vehicular y peatonal.....	205
4.5.9. Análisis de intersecciones.....	206
4.5.10. Análisis de secciones viales.....	207
4.5.11. Análisis de contexto y materialidad.....	208
4.5.12. Análisis de tramos.....	209
4.5.13. Análisis de geometría y topografía del terreno.....	210
4.5.14. Análisis de pre-existencias ambientales.....	211
4.5.15. Plano síntesis.....	212
4.5.16. Planos arquitectónicos.....	213
4.6. Estación N°12. Sector "Baños".....	221
4.6.1. Memoria técnica.....	222
4.6.2. Determinación para el uso y ocupación del suelo urbano.....	223
4.6.3. Jerarquías viales.....	224
4.6.4. Análisis de equipamientos.....	225
4.6.5. Análisis de usos de suelo.....	226
4.6.6. Análisis de áreas verdes.....	227
4.6.7. Análisis de llenos y vacíos.....	228
4.6.8. Análisis de flujos de tráfico vehicular y peatonal.....	229
4.6.9. Análisis de intersecciones.....	230
4.6.10. Análisis de secciones viales.....	231
4.6.11. Análisis de contexto y materialidad.....	232
4.6.12. Análisis de tramos.....	233
4.6.13. Análisis de geometría y topografía del terreno.....	234
4.6.14. Análisis de pre-existencias ambientales.....	235
4.6.15. Plano síntesis.....	236
4.6.16. Planos arquitectónicos.....	237
4.7. Detalles Constructivos.....	243
4.8. Perspectivas aéreas.....	254
4.9. Perspectivas exteriores.....	256
4.10. Perspectivas interiores.....	260

## Capitulo Conclusiones

# 5

5.1. Aplicación de estrategias de diseño.....	274
5.1.1. Estrategias viales y de accesos.....	274
5.1.2. Estrategias de caracterización de espacios.....	277
5.1.3. Estrategias de espacios exteriores.....	279
5.1.4. Estrategias de diferenciación funcional.....	280
5.1.5. Estrategias de conexiones de espacios.....	283
5.1.6. Estrategias de instalaciones.....	286
5.1.7. Estrategias de mobiliario.....	288
5.1.8. Estrategias del sistema constructivo.....	289
5.2. Progresividad del proyecto.....	291
5.3. Manual de posibilidades.....	294
5.4. Conclusiones.....	296
5.5. Bibliografía.....	298
5.6. Listado de tablas.....	300
5.7. Listado de imágenes.....	301
5.8. Listado de figuras.....	302
5.9. Anexos.....	303

## Cláusula de Propiedad Intelectual

---

Ana Elizabeth Cevallos Aguirre, autora del trabajo de titulación "ANTEPROYECTO ARQUITECTÓNICO DE DOS ESTACIONES DE BOMBEROS PARA LA CIUDAD DE CUENCA EN BASE A ESTRATEGIAS DE DISEÑO", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, 02 de marzo de 2020



---

Ana Elizabeth Cevallos Aguirre

C.I: 0107423253

## Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

---

Ana Elizabeth Cevallos Aguirre en calidad de autora y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "ANTEPROYECTO ARQUITECTÓNICO DE DOS ESTACIONES DE BOMBEROS PARA LA CIUDAD DE CUENCA EN BASE A ESTRATEGIAS DE DISEÑO", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 02 de marzo de 2020



---

Ana Elizabeth Cevallos Aguirre

C.I: 0107423253

## Cláusula de Propiedad Intelectual

---

María Gabriela Pérez Ortega, autora del trabajo de titulación "ANTEPROYECTO ARQUITECTÓNICO DE DOS ESTACIONES DE BOMBEROS PARA LA CIUDAD DE CUENCA EN BASE A ESTRATEGIAS DE DISEÑO", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, 02 de marzo de 2020



---

María Gabriela Pérez Ortega

C.I: 0104977129

## Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

---

María Gabriela Pérez Ortega en calidad de autora y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "ANTEPROYECTO ARQUITECTÓNICO DE DOS ESTACIONES DE BOMBEROS PARA LA CIUDAD DE CUENCA EN BASE A ESTRATEGIAS DE DISEÑO", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 02 de marzo de 2020



---

María Gabriela Pérez Ortega

C.I: 0104977129



## GLOSARIO

Términos relacionados

**BCBVC:** Benemérito Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Cuenca.

**CUARTEL:** Recinto o edificio destinado al alojamiento de una tropa bomberil.

**EPP:** Equipo de protección personal.

**Estación complementaria:** Aquella encargada de brindar servicios de emergencia sin poner el departamento administrativo en la institución.

**Estación principal:** Cuartel bomberil que involucra el departamento operativo y el administrativo.

**Cobertura única:** proporción del radio de acción de una estación de bomberos que no coincide con la cobertura de otro cuartel bomberil.

**Cobertura compartida:** proporción del radio de acción de una estación de bomberos que coincide con la cobertura de otro cuartel bomberil.

**Cuarteleros:** Personal bomberil fijo.

**Elementos:** Personal bomberil de una estación.

**FCA:** Floating Catchment Analysis.

**Flexibilidad:** Es una potencialidad que permite desarrollar la evolución de un proyecto, al favorecer el cambio y la transformación durante su vida útil.

**Hidro Sand Blasting:** Proceso de tratamiento de metales a través de arena.

**LSCP:** Location Set Covering Problem.

**MCLP:** Maximal Covering Location Problem.

**NFPA:** National Fire Protection Assosiation.

**Pátinas:** capa de óxido que se forma en los metales a causa de la humedad.



## GLOSARIO

Términos relacionados

**Progresividad:** Es la sumatoria gradual de espacios que irán conformando el resultado final de un proyecto de acuerdo a las necesidades.

**Reversibilidad:** Es la cualidad que permite replantear o crear nuevos proyectos a partir de modelos establecidos.

**Sala situacional:** se encarga de controlar la ubicación de las unidades vehiculares y el mando operativo luego del despacho del vehículo de primera respuesta.  
**Tráfico leve:** vía en la que transitan entre 1 y 10 vehículos por minuto.

**Tráfico medianamente moderado:** vía en la que transitan entre 10 y 25 vehículos por minuto.

**Tráfico moderado:** vía en la que transitan 25 o más vehículos por minuto.

**Vehículos de avanzada:** Vehículo que se utiliza para una respuesta de apoyo rápida que puede ir equipado

en función de los requerimientos de la emergencia.

**Vehículo de primera respuesta:** Primer vehículo en acudir a la escena, establece el mando durante la emergencia y se encarga de comunicar los requerimientos a la sala situacional.

**Vehículo de segunda respuesta:** vehículos que acuden como apoyo ante una emergencia.





## DEDICATORIA

A Dios por guiar mi camino y permitirme cumplir mis sueños.

A mis padres quienes con su cariño y paciencia han sido el pilar fundamental para mi formación tanto personal como profesional.

A mi hermano por alentarme siempre a seguir adelante.

A Cristián por su amor y apoyo incondicional.

A Tete por su confianza y respaldo absoluto.

**Ana Elizabeth.**

A Dios, por darme fuerza para seguir en cada paso.

A mis padres y abuelos quienes con su gran esfuerzo me han ayudado a cumplir mis sueños.

A mis hermanos, que han sido testigos de todo el esfuerzo entregado en la carrera.

A Fernando, por estar presente en cada momento, por su ayuda y compañía constantes.

**María Gabriela.**





## AGRADECIMIENTOS

### **Arq. Pablo León Gonzalez**

Por brindarnos su ayuda y conocimiento como tutor de este trabajo de titulación, gracias por la confianza brindada y por el tiempo invertido.

### **Bio. Daniel Orellana**

Por su valiosa colaboración, interés y por compartir sus conocimientos durante la elaboración de este trabajo.

### **Arq. Mónica Gonzalez**

Por ser parte de la elaboración del trabajo y brindarnos ayuda en su área de experiencia.

A nuestra familia y amigos por ser parte de cada proceso cumplido y por su apoyo constante.



# CAPITULO 1

Diseño de la investigación





## 1.1 DEFINICIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

Como es sabido, en una ciudad es imprescindible el correcto funcionamiento de medios e instalaciones para la seguridad de la población. Uno de los principales servicios que demanda la ciudad son las estaciones de Bomberos, que brindan una primordial asistencia ya que atienden diversas emergencias. Según análisis realizados en el año 2011 en el PDOT de la ciudad de Cuenca, los equipamientos de seguridad presentaron un déficit del 21,4%. Respecto a las estaciones de bomberos esta carencia corresponde al territorio cantonal en general (GAD, 2015).

El Benemérito Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Cuenca responde a prevención, combate de incendios, desastres naturales o antrópicos, servicio a la colectividad y emergencias en general (Benemérito Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Cuenca, 2018).

Dado el hecho de que la ciudad de Cuenca ha experimentado un notorio crecimiento poblacional, "según datos oficiales y vigentes del último Censo de Población y Vivienda, por el INEC en noviembre 2010, el cantón Cuenca posee una población de 505.585 personas, [...]

siendo la zona urbana la que posee la mayor cantidad de habitantes" (INEC, 2010). Y, conforme a las mediciones basadas en estadísticas de nacimientos, defunciones y migración, la población para el año 2015 tuvo un crecimiento de aproximadamente 75000 habitantes. Dicho crecimiento poblacional tiene una incidencia evidente en el porcentaje de emergencias, es así que en el año 2014 se produjeron un total de 6370 accidentes, y en el último año un total de 7105, existiendo un aumento de 735 emergencias en aproximadamente 5 años, representando un incremento de 11,54% (Benemérito Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Cuenca, 2018).

Existen ocho estaciones ubicadas dentro del área urbana. Sin embargo, dichas estaciones también atienden las emergencias suscitadas en las áreas de expansión, a pesar de que se encuentran fuera del radio de acción (2000m) de las estaciones por lo que el recorrido se vuelve muy extenso, impidiendo atención inmediata a las emergencias. La mayoría de las estaciones existentes se encuentran dentro del área urbana, y al existir un 34,7% de área rural y zonas de conexión a la ciudad se genera la necesidad de incrementar este servicio en

diferentes puntos de la ciudad de Cuenca. (GAD, 2015)

En el cantón Cuenca existen zonas donde la topografía, el clima y el contexto urbano tienen diferencias relevantes, por ejemplo los siguientes parámetros demuestran que las infraestructuras requieren de diferentes diseños: en la zona 1 del cantón Cuenca en donde se encuentra emplazada el área urbana, el promedio de temperatura es de 18 a 22°C, en la zona 2 correspondiente a los páramos como el Parque Nacional El Cajas, la temperatura promedio es de 3 a 13°C, las parroquias Chaucha y Molleturo, pertenecientes a la zona 3, presentan una temperatura promedio de 15 a 25°C y la zona 4 que compete el sector Piedemonte, tiene una temperatura promedio de 25°C. En cuanto al aspecto topográfico, el 44% de la superficie cantonal posee pendientes entre el 30% y 50%, lo que determina que únicamente el 27,7% son áreas sin impedimento de construcción (GAD, 2015).

Debido a que la construcción de varias estaciones representa un costo significativo para la institución, es fundamental generar adecuados criterios de diseño ar-

quitectónico. Dichos criterios deben permitir el correcto funcionamiento de las estaciones, ser aplicables para distintas condiciones y a su vez responder al entorno en el cual se emplaza. Además, estas pautas de diseño deben ser flexibles de manera que admitan progresividad del equipamiento a futuro. Según el departamento de planeación de Bogotá, al establecer estrategias de diseño se puede reducir hasta el 70% de los costos de pre-inversión y ahorrar más de cuatro meses en la formulación y estructuración del proyecto (DPN, 2016).

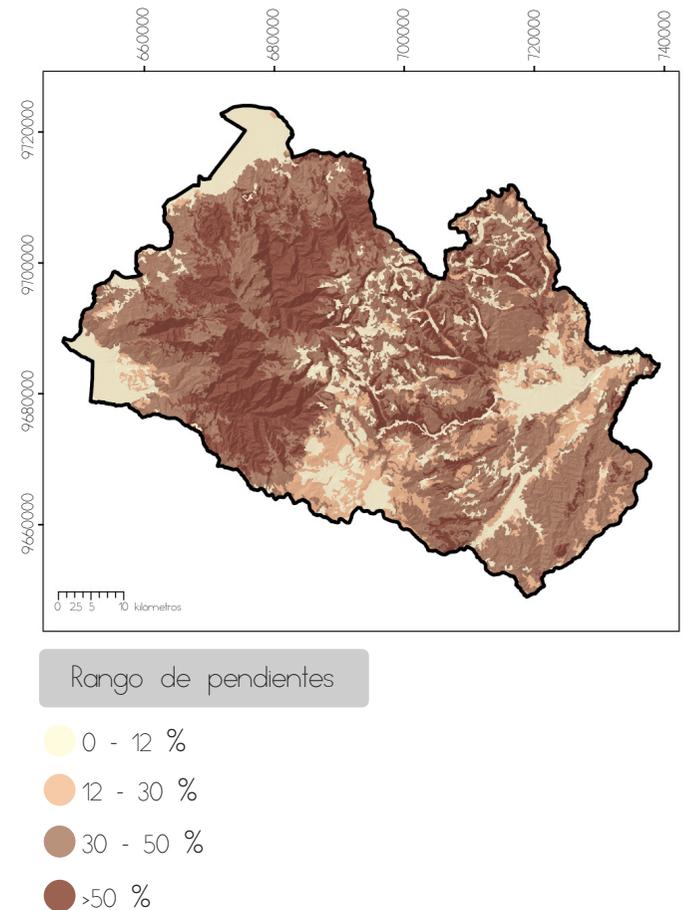


Fig. 01: Mapa de pendientes (GAD, 2015)



## 1.2 HIPÓTESIS

¿Es posible desarrollar criterios apropiados en base a normas internacionales para extraer estrategias de ubicación y diseño de Estaciones de Bomberos que sean adaptables a distintas zonas de la ciudad de Cuenca?

## 1.3 OBJETIVOS

### Objetivo General

Elaborar el diseño del anteproyecto arquitectónico de dos Estaciones de Bomberos para la ciudad de Cuenca.

### Objetivos Específicos

- Conocer el diseño eficiente de Estaciones de Bomberos en base a proyectos internacionales para contextualizar a la ciudad de Cuenca.
- Definir lugares adecuados de emplazamiento para Estaciones de Bomberos con el fin de abastecer a toda la población de la ciudad de Cuenca.
- Aplicar las estrategias de diseño al anteproyecto arquitectónico de las Estaciones de Bomberos.

## 1.4 GENERALIDADES

### Equipamiento de bomberos

A un equipamiento se lo define como el conjunto de medios e instalaciones necesarios para el desarrollo de una actividad. Es el conjunto de todos los servicios necesarios en industrias, urbanizaciones, ejércitos, etc (DIRAE, 2017).

Al equipamiento de bomberos se lo clasifica "como un equipamiento urbano, el cual consta de un conjunto de edificaciones y espacios, predominantemente de uso público, los cuales proporcionan a la población servicios de bienestar social y de apoyo a las actividades económicas, sociales, culturales y recreativas". (SEDESOL, 1999)

El Sistema Normativo de equipamientos urbano, clasifica a los equipamientos según las funciones que cumple: educativo, sanitario, administrativo institucional, religioso, social, financiero, recreativo, deportivo, turístico, y como es el caso de las estaciones de bomberos, de seguridad.

Según la guía para el diseño de estaciones de bomberos de Venezuela, las estaciones de bomberos, se clasifican en tres tipos:

TIPO 1: Es la edificación principal, contiene la zona administrativa, y gran parte de recursos humanos, materiales y equipos. Debe tener accesibilidad para vehículos y peatones. Y debe constar con la cantidad de equipos suficientes para atender el área de cobertura.

Los servicios especiales, tales como, talleres mecánicos, escuela de formación, deben ubicarse en otras edificaciones diseñadas especialmente para dicho propósito o como parte de las subestaciones.

TIPO 2: Son equipamientos capaces de abastecer cualquier emergencia de su área de cobertura. Su dotación incluye equipos de primera y de segunda intervención, además, contiene servicios administrativos de la estación, oficina de prevención, aulas o salón de usos múltiples, almacén, área de mantenimiento de equipos y herramientas de bomberos, área de gimnasio.

TIPO 3: Es una edificación con una dotación mínima de equipos de primera intervención, servicios de aula o salón de usos múltiples y área de gimnasio, para atender las emergencias de su área de cobertura.



Img. 01: Fire Station - Levis, Canadá (Groleau, 2016)



## 1.5 LOCALIZACIÓN DE ESTACIONES DE BOMBEROS

Métodos de localización

Métodos de localización

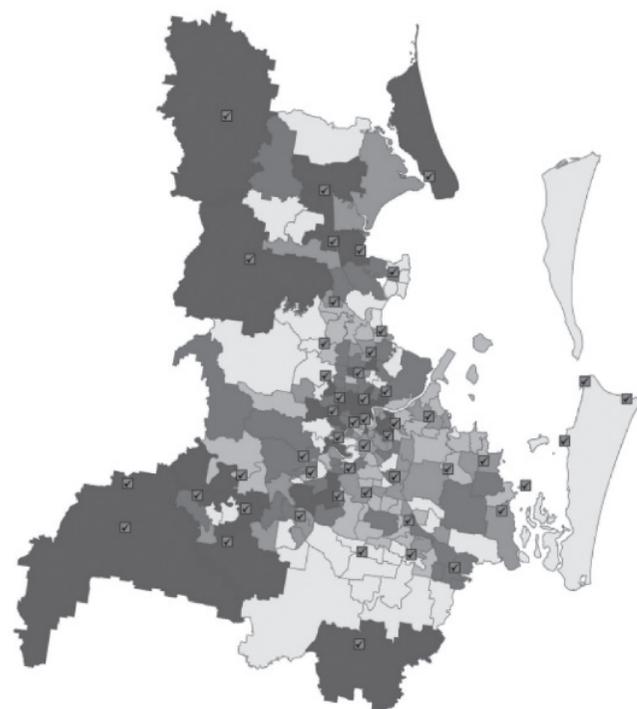


Fig. 02: Distribución de estaciones. Método Floating Catchment Analysis (KC, Corcoran, & Chhetri, 2018)

Como dice Yao, Zhang, y Murray las estaciones de bomberos son equipamientos de gran importancia en la ciudad, puesto que se encargan de atender emergencias en las que se encuentran comprometidos bienes materiales e inmateriales (2018), es por eso que es fundamental que las estaciones de bomberos se encuentren situadas en **lugares estratégicos** con la finalidad de mejorar la capacidad de respuesta, buscando que la mayor parte de la ciudad tenga cobertura de dicho servicio.

Existen diferentes factores que se deben tomar en cuenta para emplazar una estación, entre estos se encuentran: la distribución de la población, accesibilidad a agua, riesgos potenciales de incendio y presupuesto. Además, dos aspectos a considerar para la ubicación de estaciones de bomberos son el acceso al sitio y la cobertura que puede brindar, ya que el radio de acción debe ser de 2 a 3 km (Yao et al., 2018). El área de influencia está dada por esta distancia ya que tiene relación con el tiempo necesario para atender la emergencia, el cual ante un incidente no debe pasar los seis minutos, en este periodo se considera un mi-

nuto para la llamada de emergencia, un minuto para la preparación de los bomberos y cuatro minutos para el recorrido hasta el lugar, siendo un lapso estandarizado por la Asociación Internacional de Bomberos (Park et al., 2016).

Actualmente existen maneras de determinar el sitio en el que se debe emplazar estaciones de bomberos con enfoques de optimización espacial en los que se incorporan sistemas de información geográfica (GIS) y modelos matemáticos. Existen distintos métodos cómo:

- Método LSCP (Location Set Covering Problem)
- Método MCLP (Maximal Covering Location Problem)
- Método FCA (Floating Catchment Analysis)
- Proceso de jerarquía analítica

El modelo LSCP considera los lugares con mayores riesgos de emergencias (Yao et al., 2018). Jing Yao, Xiaoxiang Zhang y Alan Murray (2018) en su artículo para la especificación del modelo utilizan el método LSCP y emplean la fórmula  $\sum_j \sum_i X_{ij}$ , en la que se relacionan factores como distancia y tiempo de viaje, riesgo de

incendio, áreas de demanda y ubicaciones potenciales de estaciones, número de estaciones existentes, estaciones capaces de atender la demanda, entre otros. El objetivo de la investigación realizada por Yao, Zhang y Murray fue determinar una comparación entre la ubicación de las estaciones existentes en Nanjing con el emplazamiento óptimo, suponiendo la inexistencia de las estaciones en dicha ciudad para así determinar la localización de estaciones que deben ser conservadas y las que deberían ser reubicadas. (Yao et al., 2018).

El método MCLP, así como el método LSCP, tiene como objetivo minimizar la cantidad de estaciones de bomberos utilizando el total de llamadas respondidas en una de las estaciones, teniendo en cuenta el número de estaciones óptimas obtenidas a través del proceso LSCP, y así determinar las estaciones que se requieren según la demanda de cada zona.

En el caso del método FCA, el objetivo es dar seguimiento a la capacidad de respuesta que dan las estaciones actuales y en base a ello, lograr que dichas estaciones y nuevas estaciones alcancen los estándares

minimos de abastecimiento de las zonas.

Finalmente, el Proceso de Jerarquía Analítica, realiza una jerarquización de los aspectos a considerarse, y con el fin de determinar prioridades de análisis se debe: delimitar el problema, establecer metas y objetivos, hacer una matriz de pares para comparar por medio de una escala que permita establecer mayor o menor importancia entre aspectos y obtener un valor global de las prioridades.

Los procesos utilizados en estas investigaciones permitirán establecer la ubicación óptima para nuevas estaciones que respondan a las necesidades de la ciudad, en base a diferentes criterios aplicados en nuestro medio, y así tener una cobertura total del servicio.

Todas las metodologías descritas anteriormente, se describen de forma más detallada en el capítulo 2 de esta investigación.

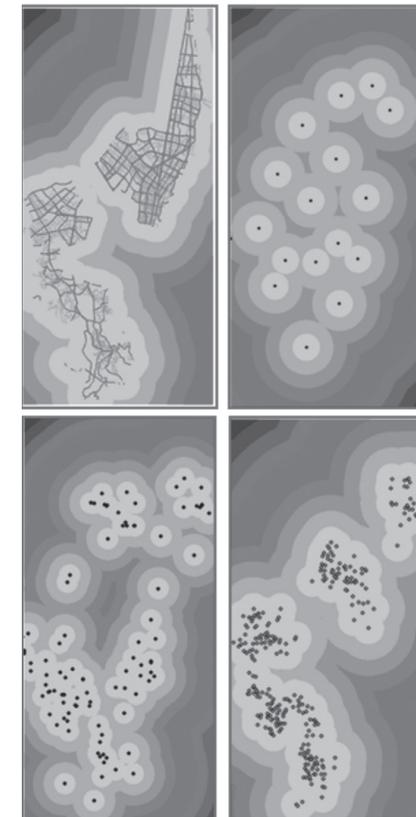


Fig 03: Capa resultante de Euclidean Distance (Mosquera, 2016).

## 1.6 NORMATIVAS

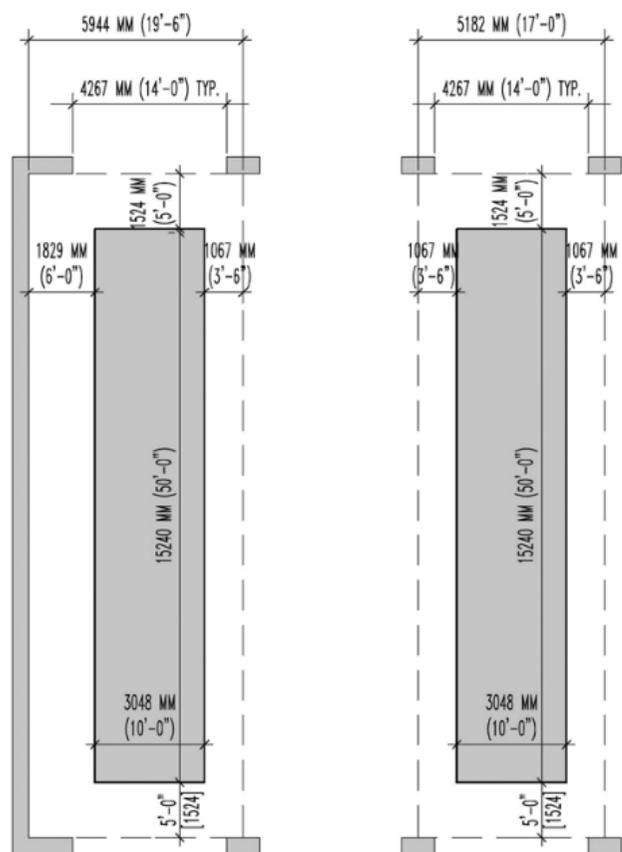


Fig. 04: Estandarización de largo de vehículos (NFPA, 2017).

Para diseñar estaciones de bomberos de manera adecuada, existen diferentes normas tanto para la construcción de nuevas estaciones como para la adecuación de las existentes.

En el Ecuador no se han desarrollado normas nacionales para estaciones de bomberos, sin embargo, se aplica la norma NFPA (National Fire Protection Association). Además, podemos encontrar normas de países Latinoamericanos como Chile y Venezuela, y de igual modo podemos encontrar normas internacionales como la EN (European Norms).

La Norma Venezolana plantea dos categorías para estaciones de bomberos (Principales y subestaciones). En esta se especifica el programa para cada tipo de estación, donde sugiere conexiones entre los espacios, además establece requisitos de diseño como: diseño del acceso, servicios del sitio, paisajismo, organización y circulación de la edificación, entre otros (FONDONORMA, 2009).

Por otra parte, en la Norma Chilena se establecen cuatro estaciones tipo, en donde se determinan los

espacios que requiere cada una de estas incluyendo áreas mínimas, considerando la provisión de las instalaciones respectivas para cada ambiente. Para ello, esta norma resalta la importancia de la relación que debe existir entre las distintas áreas y funciones que tiene una estación.

La normativa del Departamento de Defensa de los Estados Unidos proporciona pautas para conexiones y criterios generales para el diseño para brindar soluciones dentro de una estación. Sin embargo, las normas no restringen el diseño de las estaciones, sino sugiere condicionantes para un óptimo funcionamiento (Alvear % Martin, 2012).

En base a todas estas normas se desarrollarán proyectos en los cuales se establecen soluciones arquitectónicas que evidencian relaciones funcionales y posibilidades de diseño concluyendo con la propuesta definitiva de dos estaciones de bomberos.

## 1.7 ESTRATEGIAS DE DISEÑO

Una estrategia se compone de una serie de acciones planificadas que ayudan a tomar decisiones y a conseguir los mejores resultados posibles. La estrategia está orientada a alcanzar un objetivo siguiendo una pauta de actuación.

Para el desarrollo de estrategias de diseño en el presente trabajo, se sigue un proceso proyectual en el que se analizan una serie de operaciones para llegar a obtener parámetros de diseño que se evidencien en los proyectos a ser elaborados.

Estas operaciones consisten en analizar, en primera instancia, los equipamientos existentes en la ciudad, generar diagramas funcionales, advertir cuales son espacios adecuados de diseño, las relaciones espaciales, funcionales y las conexiones correctas o incorrectas que presentan las estaciones de Cuenca. Es importante también, analizar proyectos ajenos a nuestra realidad que ya hayan sido construidos y que evidencien sus problemas y sus fortalezas. A su vez, se analizan las distintas normas mencionadas anteriormente ya que estas regulan las acciones que se deben tomar y las po-

sibles soluciones que se pueden aplicar a los proyectos.

Resulta importante la realización de estrategias ya que es una manera de expresar a donde se quiere llegar con el diseño. La estrategia arquitectónica es una herramienta de gestión que puede dar pautas a seguir para obtener resultados favorables.

Las estrategias deben estar enfocadas en el tipo de equipamiento a diseñar, teniendo en cuenta que dichas estrategias pueden aplicarse de forma flexible de acuerdo a las condicionantes externas que se presenten en cada zona.

El aplicar las mismas estrategias al diseño de diferentes proyectos, permite tener la seguridad de que la función, relación de espacios, y desarrollo de la propuesta va a ser coherente, ya proporcionará resultados favorables a corto y a largo plazo.

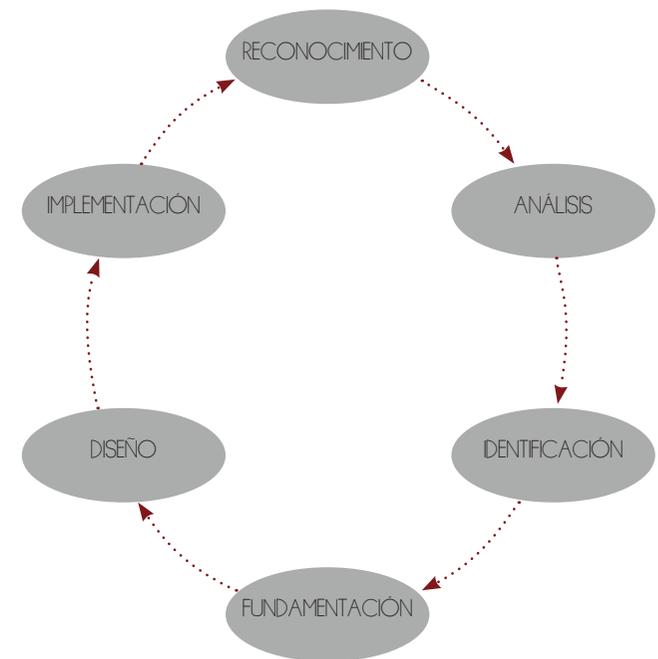
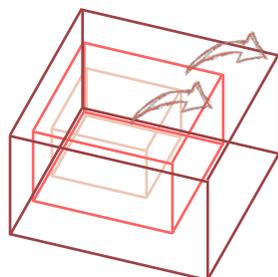


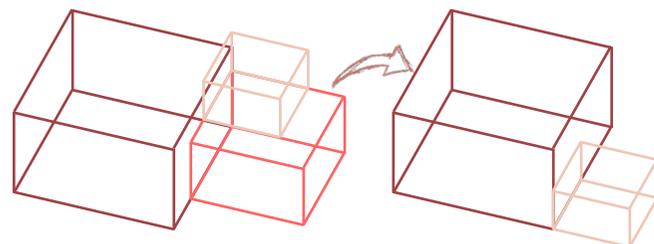
Fig. 05: Circuito de diseño. (Autoras, 2019)

## 1.8 VERSATILIDAD, PROGRESIVIDAD Y REVERSIBILIDAD

PROGRESIVIDAD



VERSATILIDAD



REVERSIBILIDAD

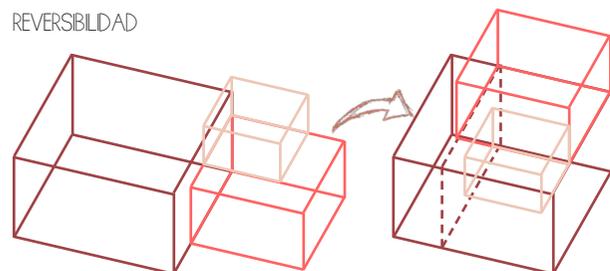


Fig. 06: Representación de progresividad, versatilidad y reversibilidad (Autoras, 2019)

Una vez determinados los puntos estratégicos en la ciudad, y establecidos criterios de diseño que permitan generar diferentes propuestas arquitectónicas para cada estación según los parámetros a los que deba responder la misma, se pretende implementar de un sistema progresivo y flexible que permita la construcción de varias estaciones de forma simultánea, que satisfagan los diferentes requerimientos de las zonas en donde deben existir nuevas estaciones y a su vez se economice la construcción de las mismas.

Las estaciones de bomberos, al ser un equipamiento necesario en varios puntos de la ciudad, deben tener características que permitan que sus instalaciones funcionen junto con el crecimiento poblacional. Al emplazar estaciones que cumplan con las características de versatilidad, progresividad y reversibilidad, se crea la posibilidad de tener estaciones que cuenten con diferentes programas de acuerdo a las necesidades de las zonas en donde se emplazarían. Es decir, si la ciudad requiere una estación con un programa reducido, será factible la construcción de la misma con miras a que en un futuro, de acuerdo al crecimiento poblacional,

dicha estación tenga la posibilidad de crecer y cambiar sus espacios físicos y funcionales para abarcar con las demandas de la misma.

Así, se podrá solventar diversos problemas como la adaptación de estaciones en lugares no diseñados de acuerdo a los requerimientos óptimos para el correcto desarrollo del servicio. También se pretende que a partir de estrategias, la disposición de los espacios se adapten a cualquier predio de la ciudad debido a la necesidad de nuevas estaciones por el crecimiento de la ciudad, o debido a que las estaciones actuales no cuentan con la posibilidad de crecer de acuerdo a nuevas demandas del sitio.

Finalmente, se logrará evidenciar que programas similares pueden ser ubicados en diversos entornos y obtener resultados arquitectónicos diferentes los cuales responden a la función y al sitio en el que se emplazan de manera flexible y progresiva, para que, con el crecimiento de la población, las estaciones a su vez, permitan su propio crecimiento.

## 1.9 RESEÑA HISTÓRICA

El inicio de los Bomberos se remonta hacia el siglo III en Roma; este inicia después de un incendio de gran envergadura. El primer Cuerpo de Bomberos contaba con 500 esclavos que estaban a cargo del General Marcus Licinius Crassus. Sin embargo, los bomberos no podían actuar mientras no esté negociado el precio que pagaría el implicado.

En Roma se crea el Cuerpo de Bomberos denominado "Los Vigilantes" quienes actuaban ante los incendios realizando una fila hasta la fuente de agua más cercana con el objetivo de pasar cubetas con agua entre ellos hasta llegar al lugar del incidente. Poco a poco este importante oficio se fue propagando alrededor del mundo con la finalidad de atender emergencias (Fire Fighters Foundation, 2019).

En el Ecuador el primer Cuerpo de Bomberos se fundó el 17 de agosto de 1835 en Guayaquil durante el mandato de Vicente Rocafuerte, el mismo es creado después de una serie de incendios en la ciudad (BCBG,2019). Para el año de 1921 se crea el Cuerpo de Bomberos de Quito bajo la responsabilidad del Sr.

Manuel Mena, en el cual bomberos realizaban sus actividades de trabajo y entrenamiento en las plazas de San Francisco y Santo Domingo (CB-DMQ,2019).

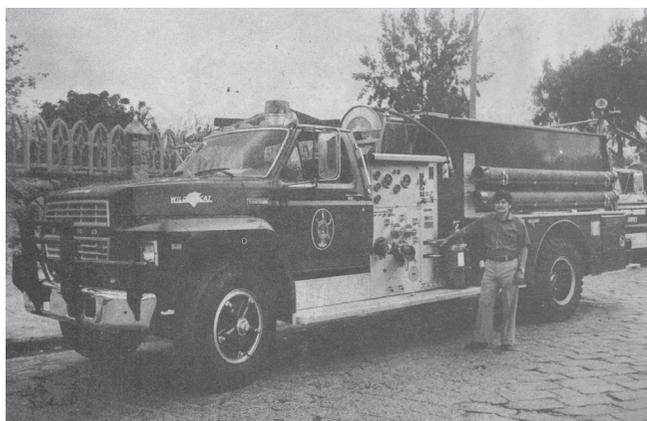
En Cuenca se funda la primera Estación de Bomberos el 12 de octubre de 1945 tras un incendio de gran magnitud ocurrido en el centro de la ciudad, el cual, aparte de generar pérdidas materiales ocasionó la muerte de un joven y con ello la conmoción de todo el pueblo; razón por la que posteriormente la Cámara de Comercio de Cuenca emana la idea de crear el Cuerpo de Bomberos de Cuenca (Lloret, 1995).

Dicha labor estaba a cargo del Coronel Eduardo Malo Andrade y se constituyó con 30 voluntarios. La primera capacitación fue dictada por Carlos Lecaro, Jorge Fernández, Reinerio Casanova y Carlos Flores Rodrigo, guayaquileños establecidos en Cuenca.

Las primeras compañías "Abdón Calderón N° 1" y "Guayaquil N° 2" estaban establecidas en un mismo cuartel ubicado en la calle Padre Aguirre en el sector de la Plazoleta de Santo Domingo. Durante el segundo



Img. 02: Compañía N°2. (BCBVC, 1985)



Img. 03: Vehículo de emergencia. (BCBVC, 1985)



Img. 04: Compañía N3. (BCBVC, 1985)

y tercer año, dichas compañías funcionaron en la calle Benigno Malo cerca del parque “Calderón” y desde 1948 hasta el año de 1957 se ubicaron en la Presidente Córdova y Juan Jaramillo. En 1949 se fundó la compañía “Cornelio Tamariz N° 3” que funcionaba en el mismo lugar que las dos compañías antes mencionadas.

En octubre de 1957 las tres compañías se trasladan a la calle Presidente Córdova 7-37. En el año de 1978 la Estación N° 1 es reubicada en la calle Arenillas y Av. España y en 1987 la Estación N° 3 es transferida a la Av. 27 de febrero y Roberto Crespo, estableciéndose así los tres cuarteles que hasta la actualidad funcionan en los lugares antes mencionados (Rodríguez, 2018).

Hoy en día el Benemérito Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Cuenca cuenta con nueve cuarteles de los cuales siete son estaciones operativas, un departamento administrativo y una escuela de formación (El Mercurio, 2018).

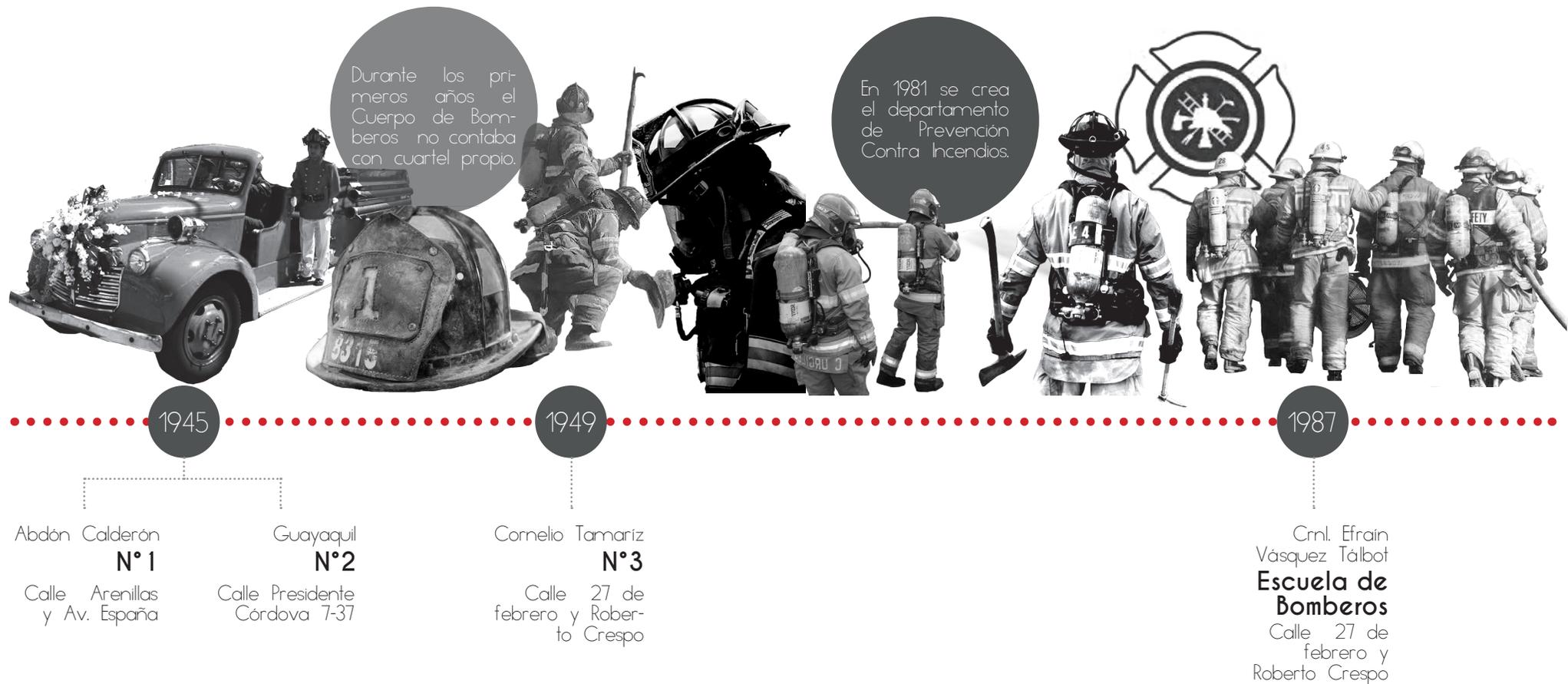
“Se dice que un pueblo vivía de una manera antes de un desastre y otro después de él.” (Lloret, 1995). Es

por eso que surge la necesidad de crear no solo un cuerpo de bomberos que ayude con las emergencias que puedan presentarse a futuro, sino es importante la prevención y la elaboración de leyes, reglamentos y planes de emergencia.

En el país se regía hasta el año de 1979 una Ley y Reglamento para el Cuerpo de Bomberos que constaba de aspiraciones que se podían cumplir en la época, pero con el transcurso del tiempo estas leyes se vuelven inoperables, es desde entonces que se implementa un sistema de prevención (Lloret, 1995).

Se propone de esta manera, que el Cuerpo de Bomberos se vuelva un ente autónomo con una Dirección General y un Cuerpo Directivo formado por los jefes de la Zona y un grupo de asesores. Y de esta manera empezar a responder a los problemas de forma técnica (Lloret, 1995). Para dar un lugar a “todos los grandes seres que existen, un recuerdo a aquellos que han fallecido, y un futuro a aquella mayoría que todavía no nace”. Dr. Diego Rodríguez Muñoz.

## 1.9.1 LÍNEA DE TIEMPO DE ESTACIONES DE BOMBEROS EN CUENCA





En el 2002 el Cuerpo de Bomberos se integra a la Municipalidad de Cuenca.

Img. 05: Recopilación de imágenes. (Autoras, 2019)



## 1.10 METODOLOGÍA

Esta investigación utiliza dos tipos de metodologías de la investigación. Por un lado, se utiliza el método comparativo, el cual es un procesamiento de búsquedas, similitudes y comparaciones sistemáticas que sirven para la verificación de hipótesis con el objeto de encontrar parentesco.

Este se basa en la documentación de múltiples casos para realizar un análisis comparativo. Básicamente consta de colocar dos o más elementos, uno al lado del otro, en este caso, la comparación de las estaciones actuales, comparación de los casos de estudio y de las normativas, para encontrar diferencias y relaciones y así lograr definir un caso o problema y poder tomar medidas en el futuro.

Usar la comparación es de utilidad en la comprensión de un tema, ya que puede conllevar a nuevas hipótesis o teorías de crecimiento y mejoría. Este posee varias etapas en las que resaltan: la observación, la descripción, la clasificación, la comparación misma y su conclusión.

Por otro lado se realiza la investigación de manera proyectiva la cual se basa en resolver cómo se debería solucionar un problema para alcanzar unos fines y funcionar adecuadamente. Para desarrollar la investigación como proyectiva, la propuesta debe estar fundamentada en un proceso sistemático de búsqueda e indagación que requiere la descripción, el análisis, la comparación, la explicación y la predicción.

Se realiza este tipo de investigación con el fin de que el estudio predictivo permita identificar tendencias futuras, probabilidades, posibilidades y limitaciones. Y, en función de la recopilación de información, poder diseñar y crear una propuesta capaz de producir los cambios deseados.

Esta investigación se realiza debido a que existen potencialidades que no se están aprovechando y porque hay problemas a resolver. Y con esto, como resultado poder obtener las estrategias de diseño necesarias para la elaboración de los distintos proyectos. Así como las bases para proponer estaciones progresivas, versátiles y reversibles.



## 1.10.1 APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA

El diseño de estaciones de bomberos requiere de varios análisis previos para su correcto funcionamiento. Un equipamiento como este debe ser desarrollado desde un enfoque macro a un enfoque micro debido a que brinda un servicio indispensable para la población. Para cumplir con el objetivo la investigación se seguirá el siguiente proceso:

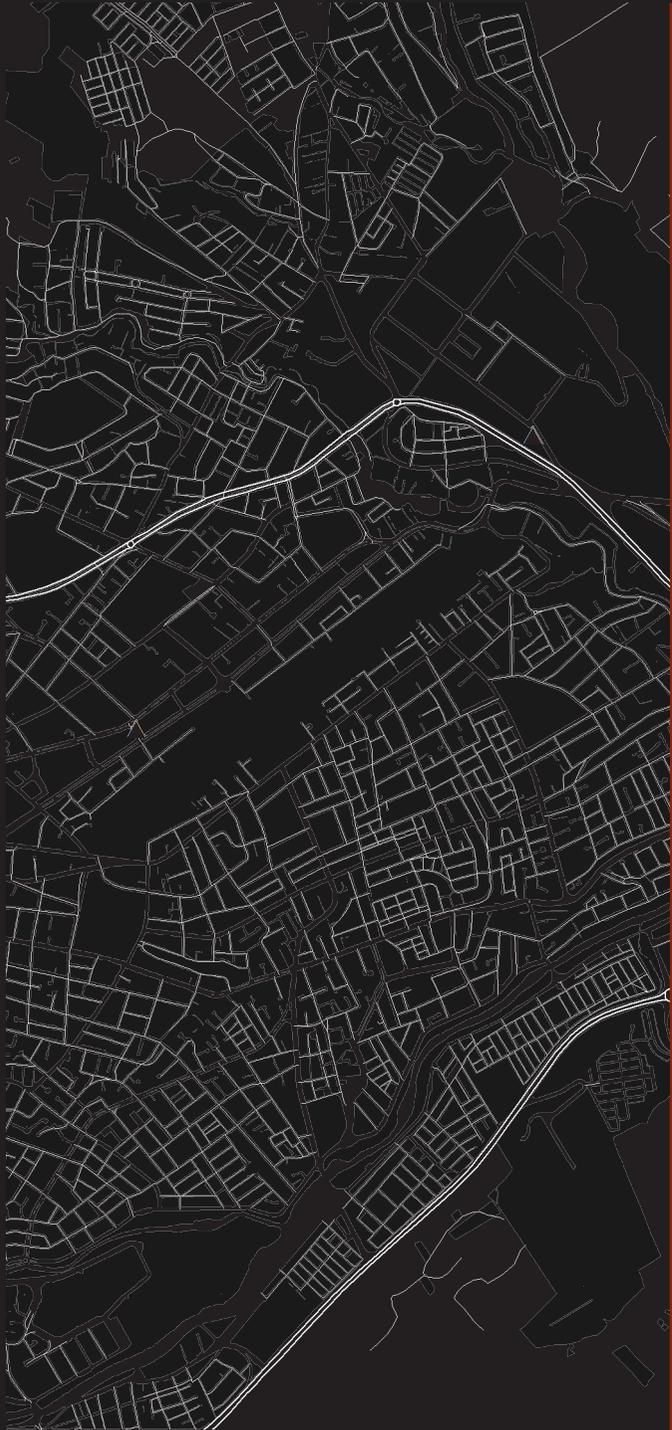
**1. DIAGNÓSTICO:** es fundamental conocer de manera general la historia de la institución y cual ha sido su proceso de desarrollo en la ciudad de Cuenca. Además, se realiza un acercamiento al estado actual de las estaciones de bomberos, y el problema al que nos enfrentamos por medio de fichas técnicas que permiten determinar un diagnóstico de lo existente.

**2. ANÁLISIS URBANO:** uno de los grandes desafíos para un equipamiento de seguridad es el conocer la ubicación adecuada del mismo. Para ello, se analizan distintas metodologías de localización de sitios, utilizadas a nivel internacional que podrían ser aplicables en nuestro medio y así, determinar las ubicaciones potenciales de estaciones de bomberos dentro de la ciudad de Cuen-

ca, concluyendo con la selección de dos lotes óptimos.

**3. ESTUDIOS DE CASO:** analizar propuestas reales a través de una metodología que permita tener una perspectiva del diseño al cual nos enfrentamos. Se realiza un estudio a equipamientos existentes que traen consigo soluciones, pautas y lineamientos arquitectónicos de los que partir, así como el estudio de las normativas utilizadas en distintos lugares, como Chile, Venezuela, Estados Unidos y Europa. Posteriormente se obtienen estrategias arquitectónicas y funcionales que se complementarán con las normativas existentes para permitir la concepción del proyecto.

**4. PROPUESTA ARQUITECTÓNICA:** después de un análisis general y específico de los sitios en los cuales se decide emplazar los equipamientos, se desarrolla el diseño de dos estaciones de bomberos en base a las estrategias previamente obtenidas y así demostrar que es posible usar los mismos criterios en distintos proyectos, obteniendo como resultado dos propuestas de estaciones diferentes que a su vez sean progresivas, reversibles y versátiles.



# CAPITULO 2

Análisis Urbano





## 2.1 DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LAS ESTACIONES DE BOMBEROS EN LA CIUDAD DE CUENCA

Introducción.

Los servicios que brinda el cuerpo de bomberos se basa en la protección de zonas que se encuentran dentro de los respectivos radios de influencia. Las estaciones están distribuidas en el territorio con la finalidad de satisfacer la demanda de la población y brindar una mejor respuesta ante emergencias. Como menciona Navarrete y Torres en su artículo, quién juega un papel predominante en el análisis para nuevas estaciones de bomberos es la población, la topografía y el lugar en el que serán emplazadas las estaciones (Gallego Navarrete & Suárez Torres, 2015).

Existen también determinantes específicos de los cuales dependen las estaciones de bomberos. Como por ejemplo: el tipo de estaciones. Estas se clasifican según las actividades que desarrollen. Además, el tipo de estación determinará condicionantes como el área del lote y el área de construcción.

- **Cuartel General:** es la estación principal en la que se encontrará el departamento administrativo. Además, el número de personas será mayor al de las demás estaciones, al igual que los recursos materiales. En esta estación se en-

contrarán departamentos especializados y servicios generales para brindar respuesta ante las diferentes emergencias.

- **Subestaciones:** estas estaciones se encargan de dar cobertura del servicio de primera y segunda respuesta al área correspondiente. En estas instalaciones también se incorpora un espacio destinado para prevención y protección. El diseño de la edificación depende del radio de cobertura de la subestación.

- **Estaciones Satélites:** este tipo de estaciones contarán con lo mínimo requerido para servicios de primera respuesta, atenderán las emergencias ocurridas dentro de su radio de acción (FONONORMA, 2009).

Actualmente el Benemérito Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Cuenca cuenta con ocho estaciones en funcionamiento, las mismas se encuentran ubicadas en diferentes zonas de la ciudad con el objetivo de brindar el servicio a toda la población.

Para determinar el estado actual de las estaciones de bomberos de la ciudad de Cuenca, se realizó un levantamiento de información a través de fichas técnicas, con el fin de comprender el funcionamiento de





## 2.1.1 UBICACIÓN DE ESTACIONES EXISTENTES

Radio de cobertura: 2000m

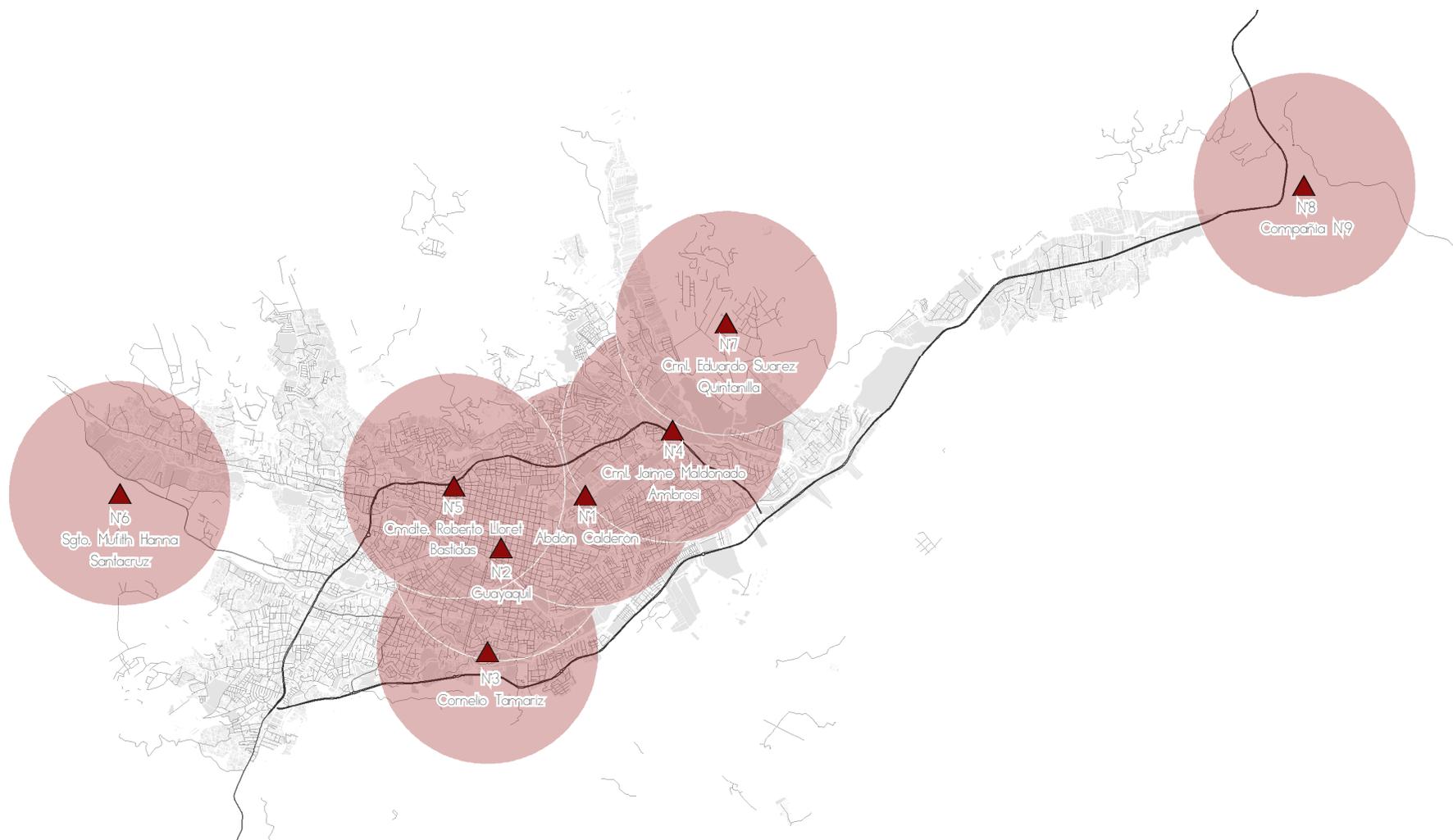
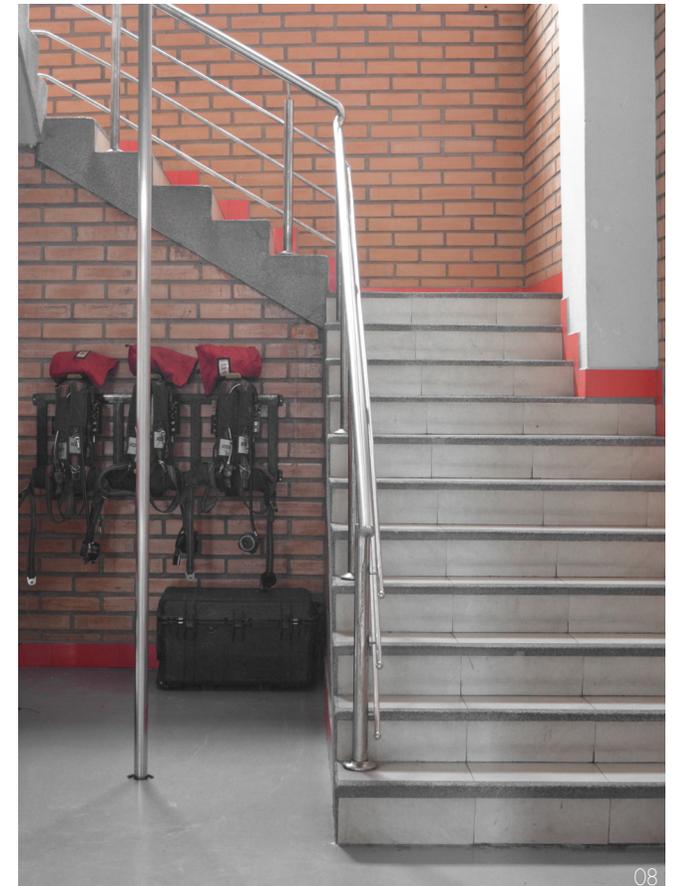


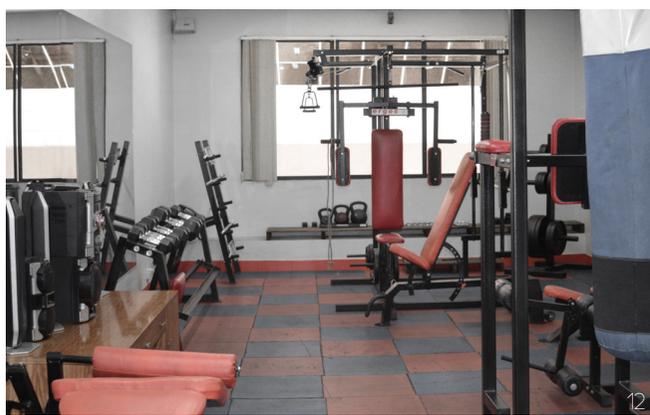
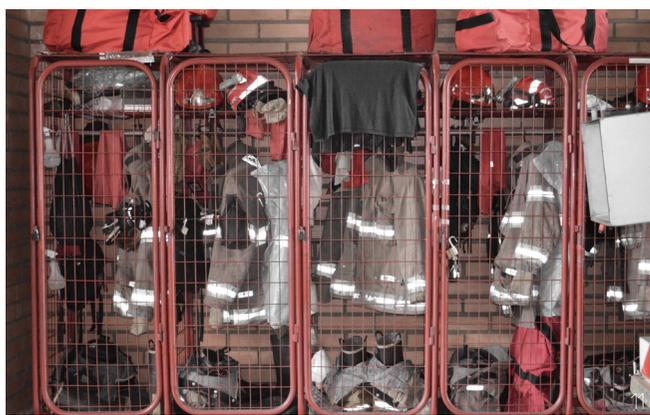
Fig 08: Estado actual. (Autoras, 2019).

## 2.1.2 ANÁLISIS DE LAS ESTACIONES EXISTENTES

Estación N°1 "Abdón Calderón".

AÑO:	1978
UBICACIÓN:	Calle Arenillas y Av. España.
TIPO DE ESTACIÓN:	Subestación.
ÁREA DEL LOTE:	535,80 m <sup>2</sup> .
ÁREA CONSTRUIDA:	100,00 m <sup>2</sup> .
MATERIALIDAD:	Ladrillo.
ESTRUCTURA:	Metálica.
ALTURA:	Min: 2,76m Max: 4,21m.
NÚMERO DE PLANTAS:	Dos plantas.
PROGRAMA:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Estacionamiento (7 vehiculos)</li><li>• Prevención</li><li>• Baños hombres/mujeres</li><li>• Bodega</li><li>• 2 Dormitorios (12 camas)</li><li>• Gimnasio</li><li>• Cocina - Comedor</li><li>• Sala de estar</li><li>• Lavandería</li></ul>





Img. 06-13: Estación N°1. (Autoras, 2019).

### Zonificación Estación N°1

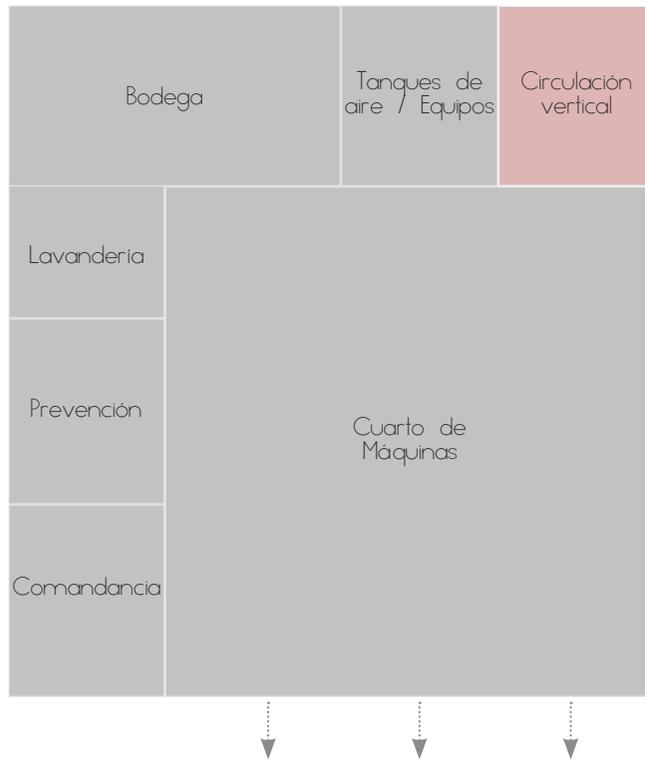


Fig. 09: Zonificación planta baja estación N°1 (Autoras, 2019)

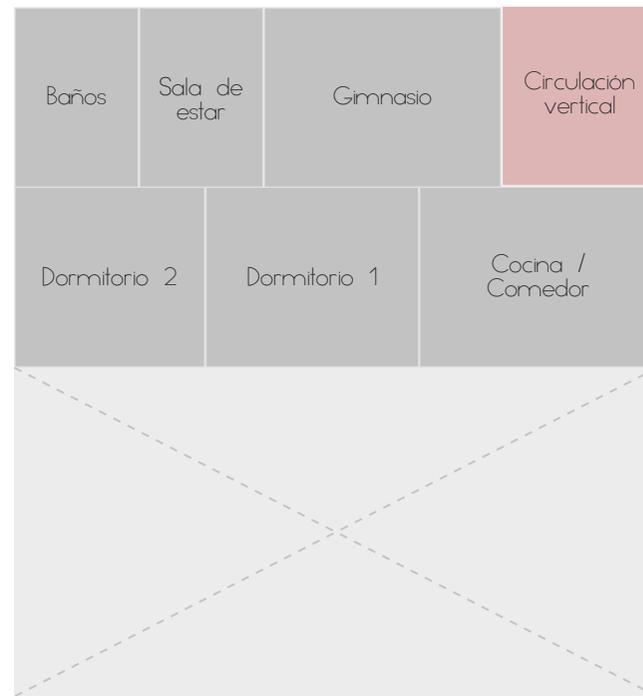
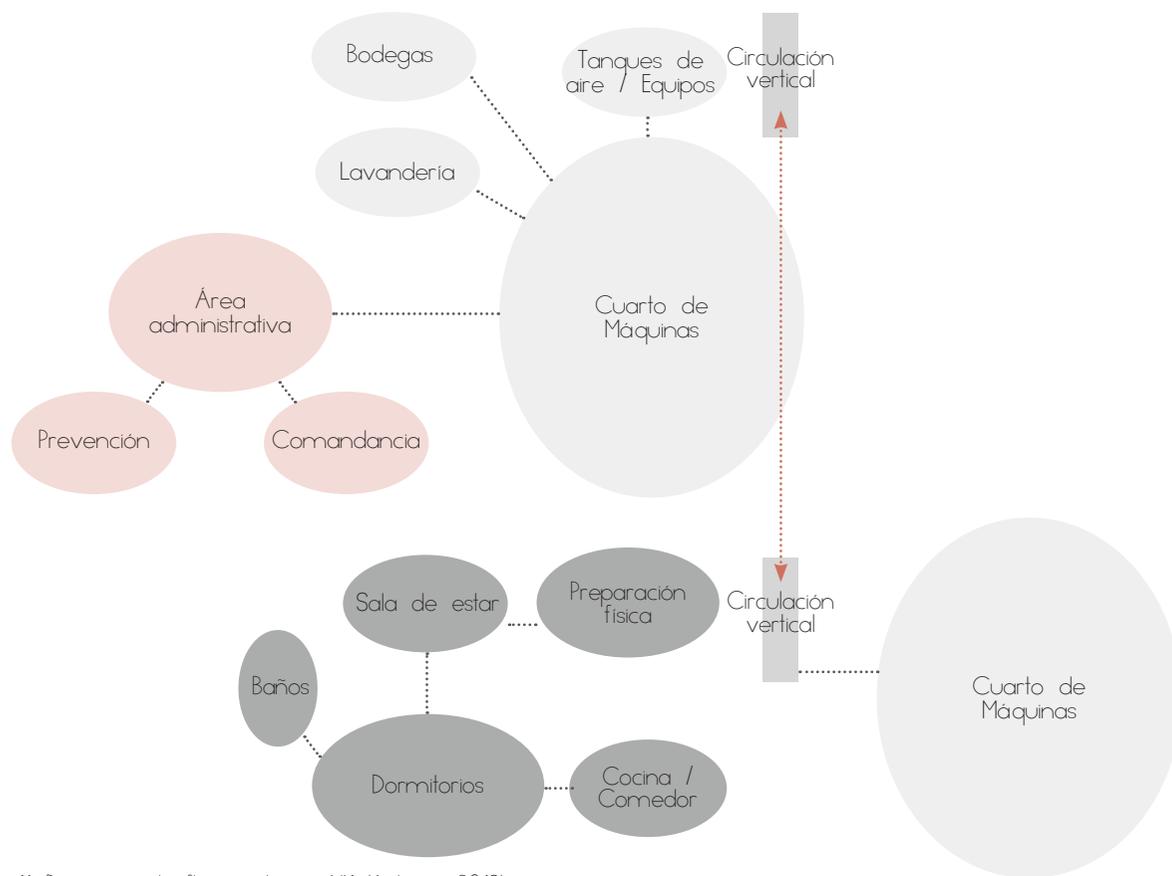


Fig. 10: Zonificación planta alta estación N°1 (Autoras, 2019)



Relaciones espaciales Estación N°1



**FORTALEZAS**

- Existe conexión directa entre los dormitorios del personal y el cuarto de máquinas.
- Lavandería ubicada estratégicamente.
- Correcta localización de tanques de aire y equipos de protección.
- El espacio para preparación física es adecuado.
- Áreas idóneas de los diferentes espacios.
- Instalaciones de extracción de gases emitidos por los vehículos.

**DEBILDADES**

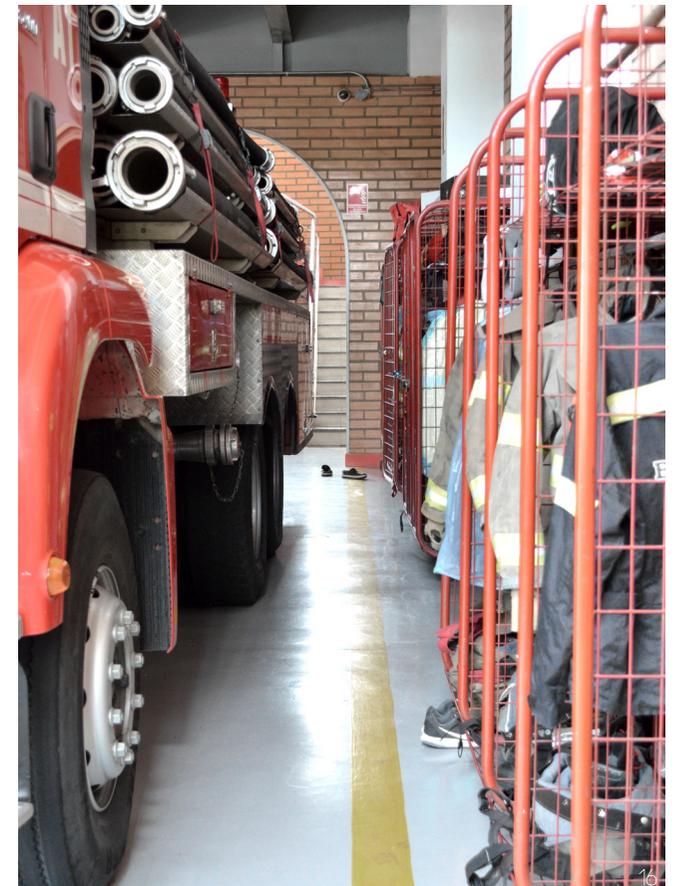
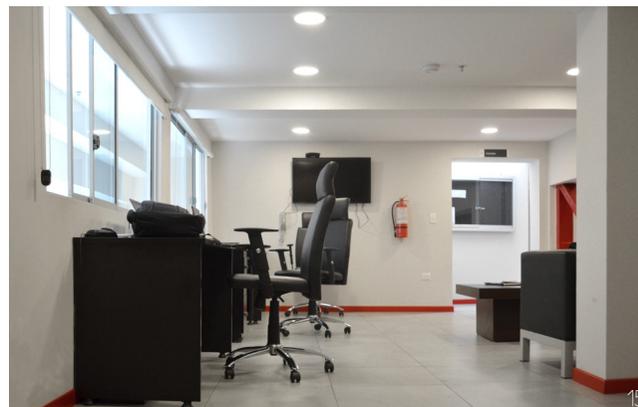
- Inexistencia de accesos peatonales
- Área administrativa no definida.
- El área destinada para prevención no cuenta con espacios para dictar charlas a la comunidad.
- La estación no cuenta con áreas verdes.
- Carencia de parqueaderos para vehículos privados.
- Déficit de plataforma de maniobras para los vehículos de emergencia.

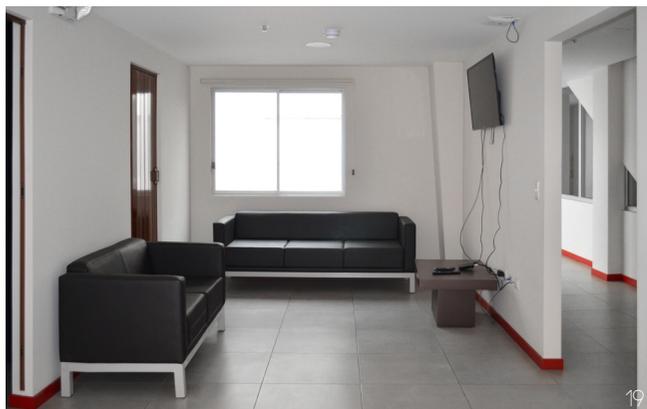
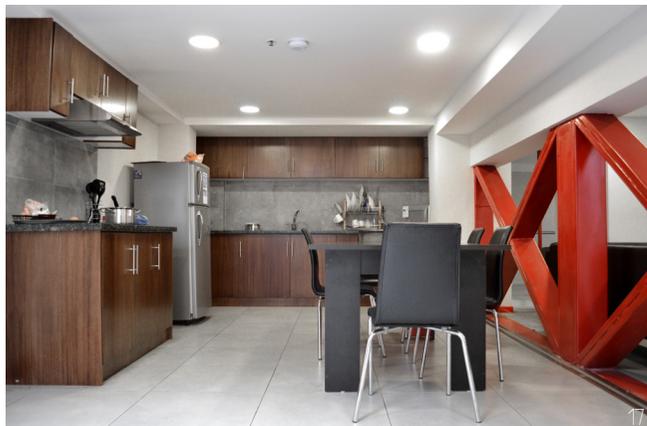
Fig. 11: Diagrama de flujos estación N°1 (Autoras, 2019)

## Estación N°2 "Guayaquil".

AÑO: 1957  
UBICACIÓN: Calle Presidente Córdova 7-37.  
TIPO DE ESTACIÓN: Subestación.  
ÁREA DEL LOTE: 179,37 m<sup>2</sup>.  
ÁREA CONSTRUIDA: 709,80 m<sup>2</sup>.  
MATERIALIDAD: Enlucido.  
ESTRUCTURA: Mixta (Metálica - Hormigón).  
ALTURA: Min: 2,14m - Max: 3,95m.  
NÚMERO DE PLANTAS: Tres plantas.  
PROGRAMA:

- Estacionamiento (2 vehículos)
- Comandancia
- Prevención
- Cuarto de comunicaciones
- Lavandería
- Bodega
- Baños hombres/mujeres
- Dormitorios (7 camas)
- Sala de estar
- Cocina - Comedor
- Museo





Img. 14-21: Estación N°2. (Autoras, 2019).

### Zonificación Estación N°2

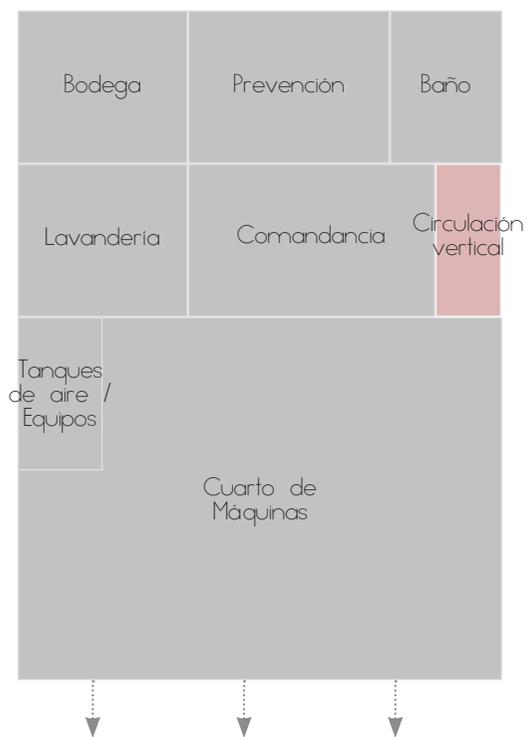


Fig. 12: Zonificación planta baja estación N°2. (Autoras, 2019)

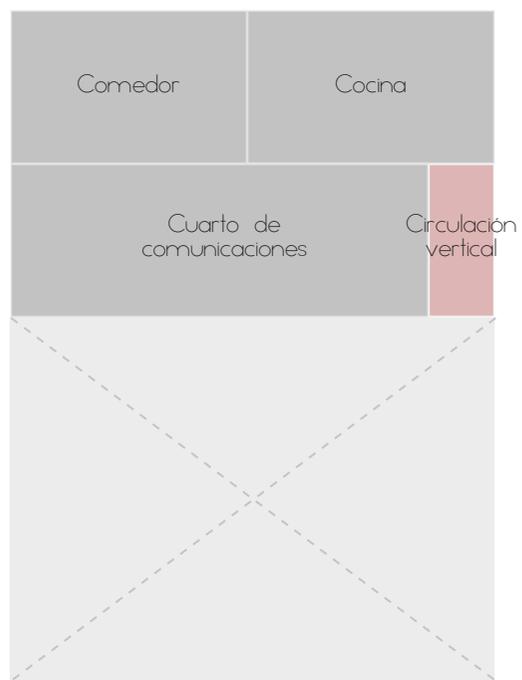


Fig. 13: Zonificación primera planta alta estación N°2. (Autoras, 2019)

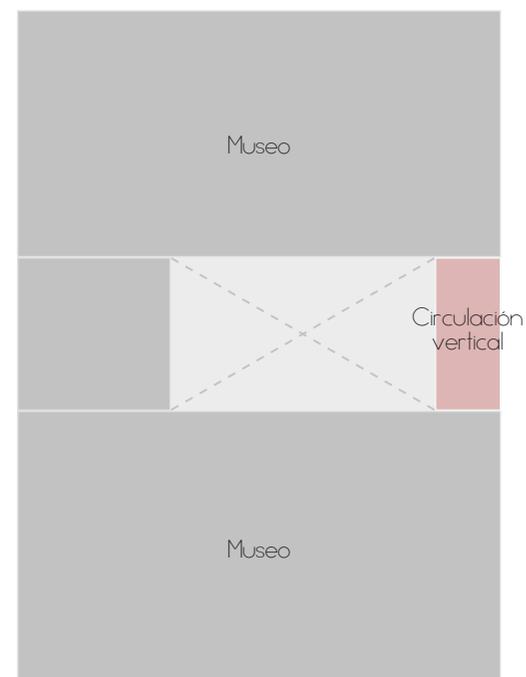


Fig. 14: Zonificación segunda planta alta estación N°2. (Autoras, 2019)

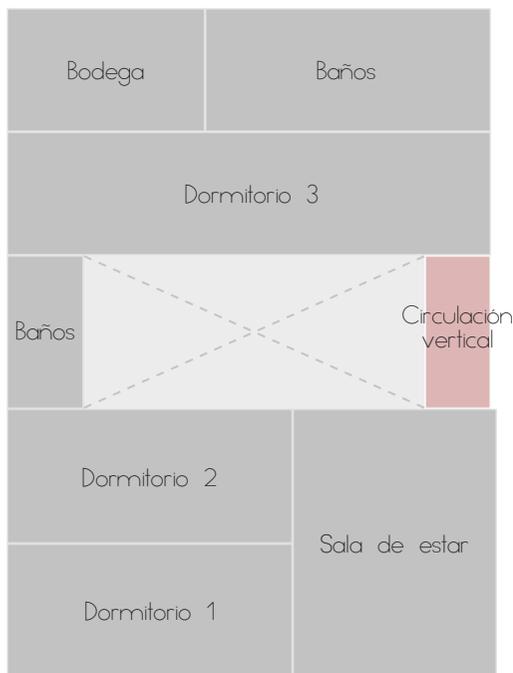


Fig. 15: Zonificación tercera planta alta estación N°2. (Autoras, 2019)

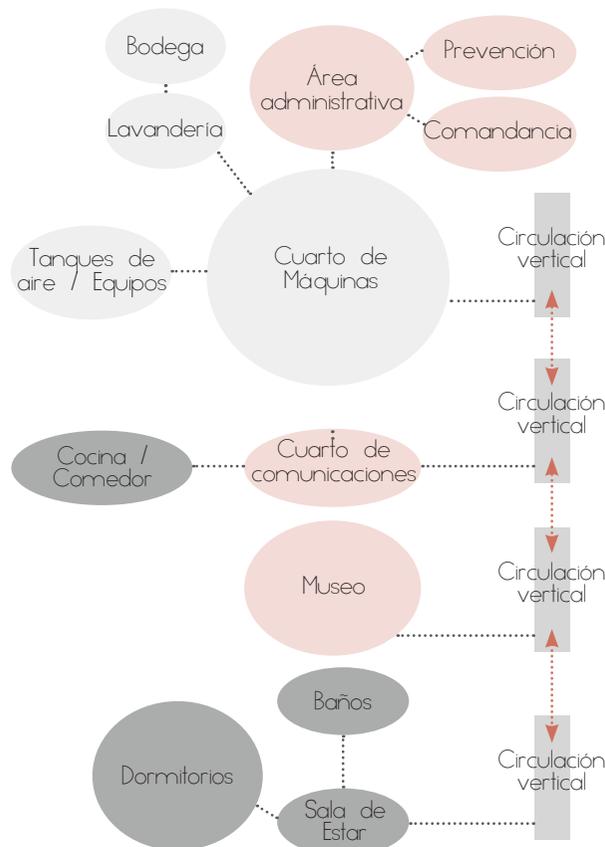


Fig. 16: Diagrama de flujos estación N°2. (Autoras, 2019)

**FORTALEZAS**

- Acceso peatonal y vehicular diferenciado.
- La lavandería cuenta con conexión directa al cuarto de máquinas.
- Correcta localización de tanques de aire y equipos de protección.
- Instalaciones de extracción de gases emitidos por los vehículos.
- Área de recreación adecuada.

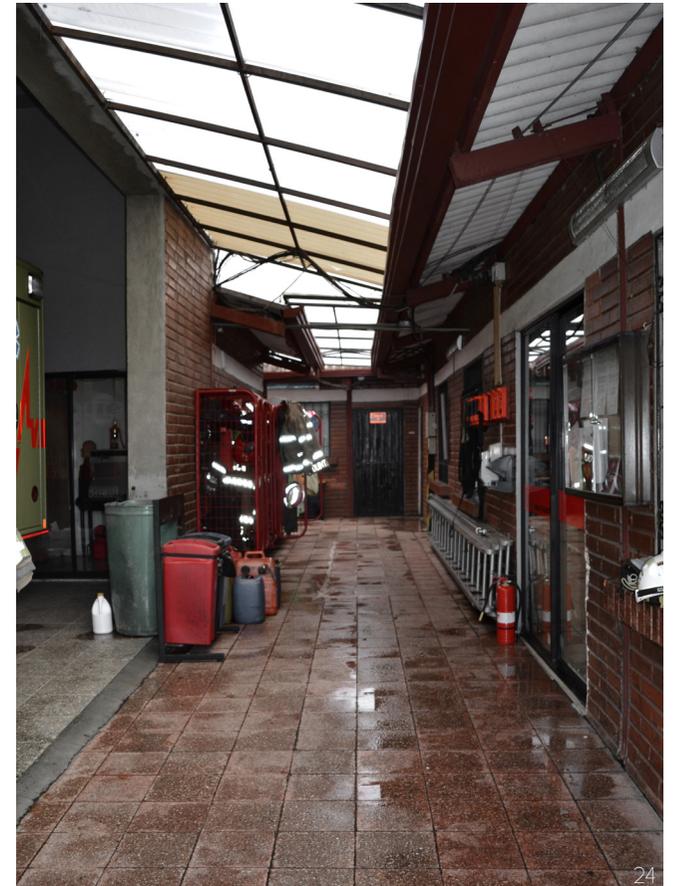
**DEBILDADES**

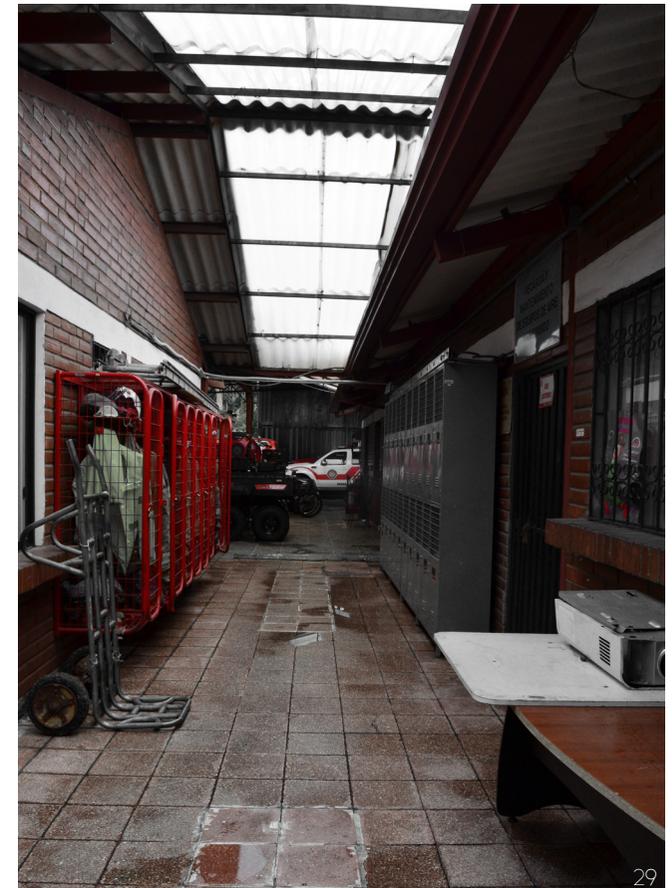
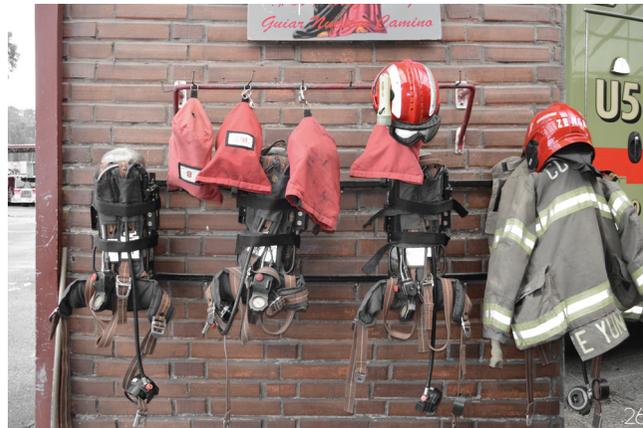
- Áreas funcionales no definidas.
- El espacio para preparación física es inadecuado.
- Carencia de estacionamiento para vehículos particulares.
- Acceso vehicular dificultoso.

Estación N°3 "Cornelio Tamariz".

AÑO: 1987  
UBICACIÓN: Av. 27 de febrero y Roberto Crespo.  
TIPO DE ESTACIÓN: Subestación.  
ÁREA DEL LOTE: 6750,38 m<sup>2</sup>.  
ÁREA CONSTRUIDA: 1300,66 m<sup>2</sup>.  
MATERIALIDAD: Ladrillo.  
ESTRUCTURA: Metálica.  
ALTURA: Min: 2,16 Max: 4,21m.  
NÚMERO DE PLANTAS: Una planta.  
PROGRAMA:

- Estacionamiento (24 vehículos)
- Prevención
- Cuarto de comunicaciones
- Lavandería
- 7 Bodegas
- Baños hombres/mujeres
- Dormitorio (10 camas)
- Sala de estar
- Gimnasio
- Cocina - Comedor
- Cancha





Img. 22-29: Estación N3. (Autoras, 2019).

### Zonificación Estación N°3

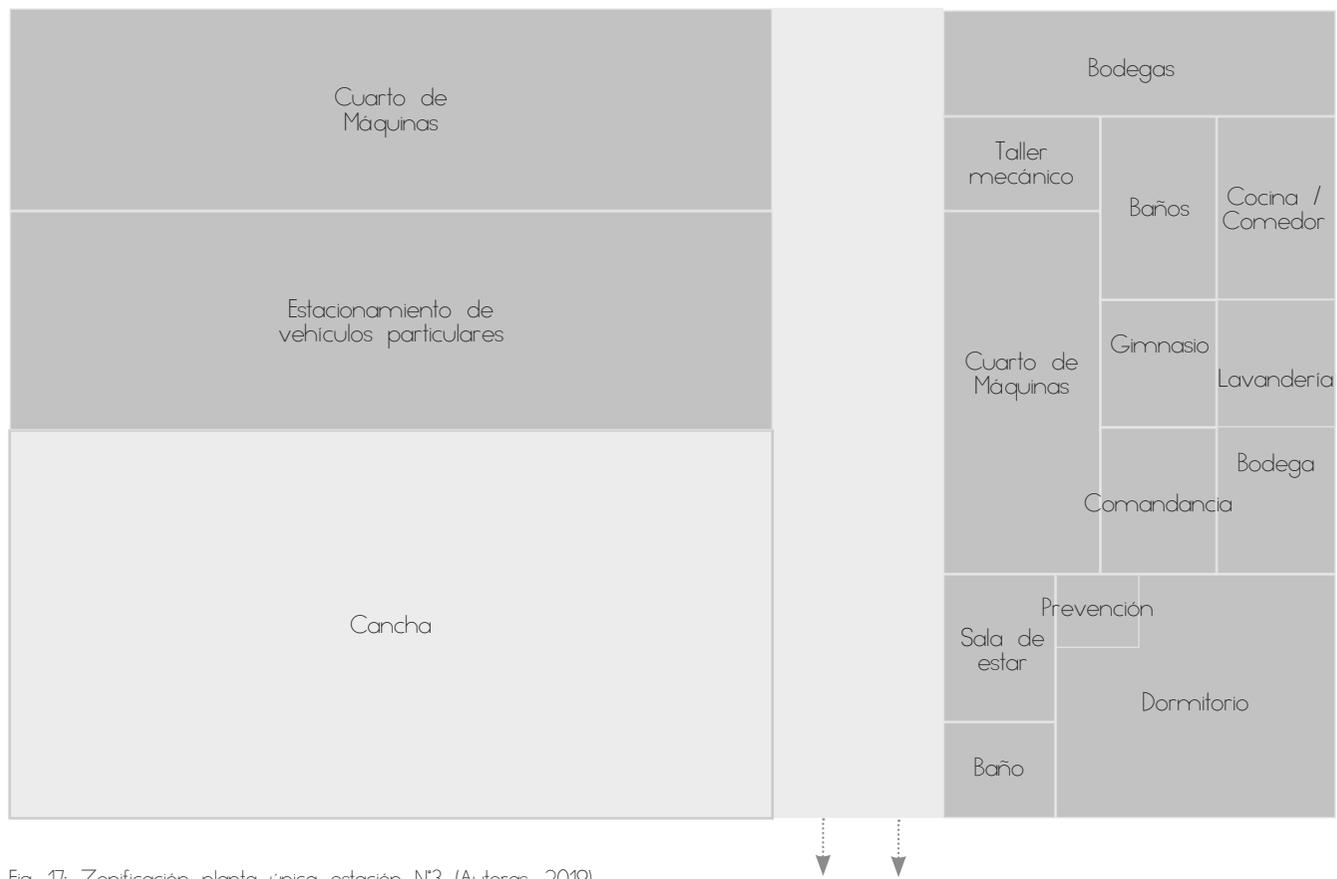
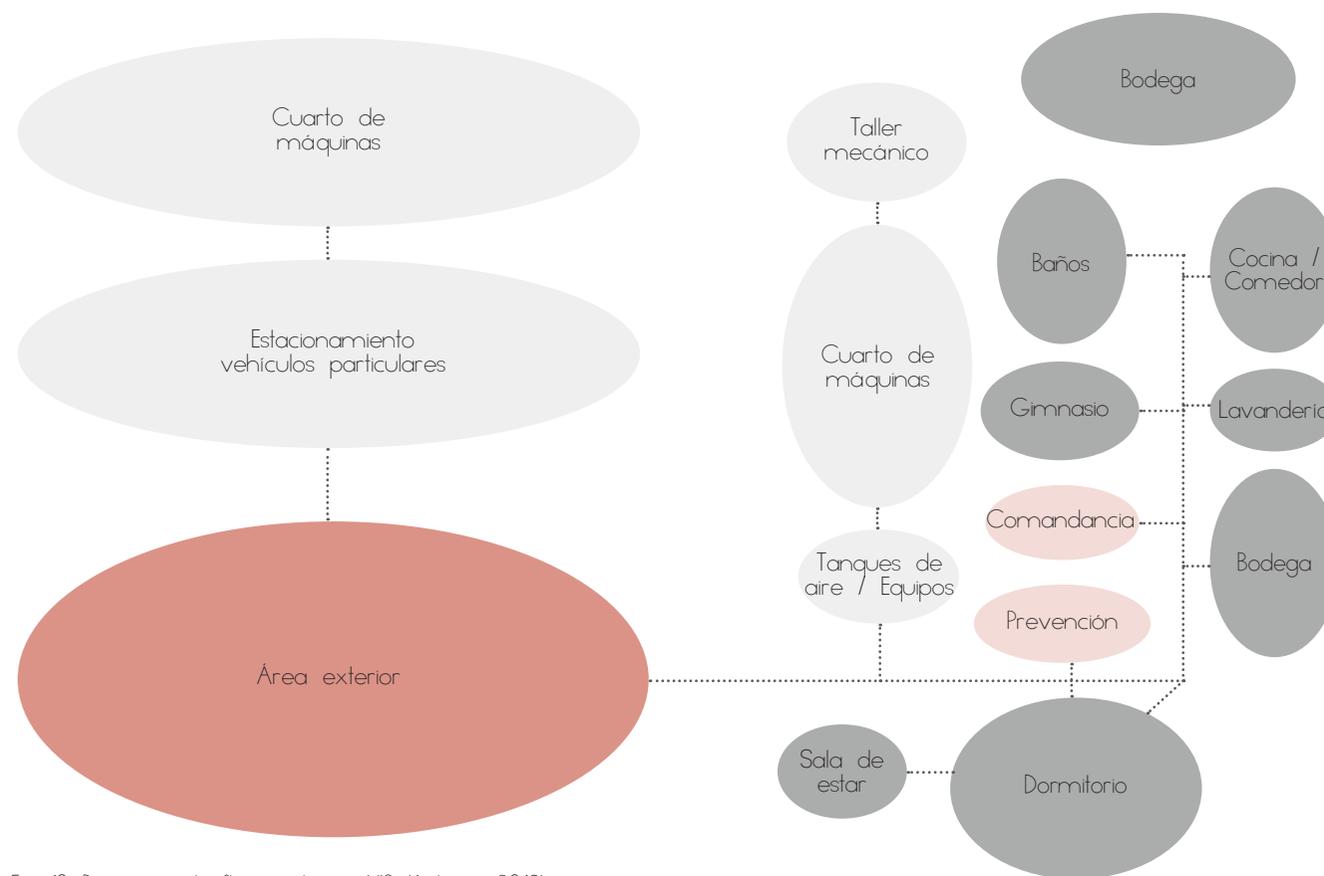


Fig. 17: Zonificación planta única estación N°3 (Autoras, 2019)



Relaciones espaciales Estación N°3



**FORTALEZAS**

- Espacio para preparación física adecuado.
- El área para maniobras de vehículos de emergencia es apta.
- Existen estacionamientos para vehículos particulares.
- Área de tanques de aire y equipos con conexión directa al cuarto de máquinas principal.

**DEBILDADES**

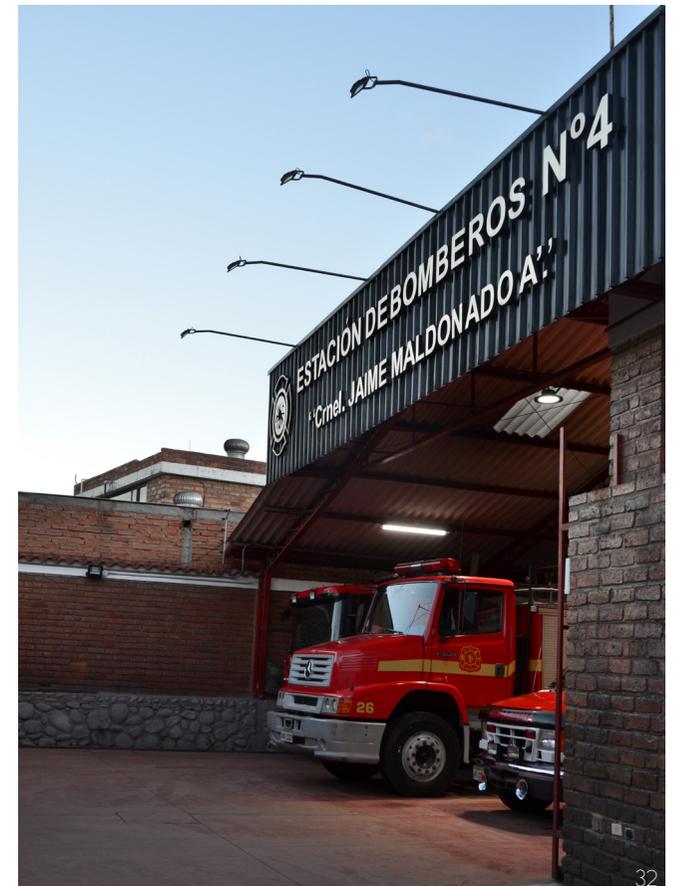
- No existe diferenciación entre el acceso peatonal y el acceso vehicular.
- Áreas funcionales no definidas.
- Áreas administrativas reducidas y adaptadas.
- Conexiones de espacios inadecuadas.

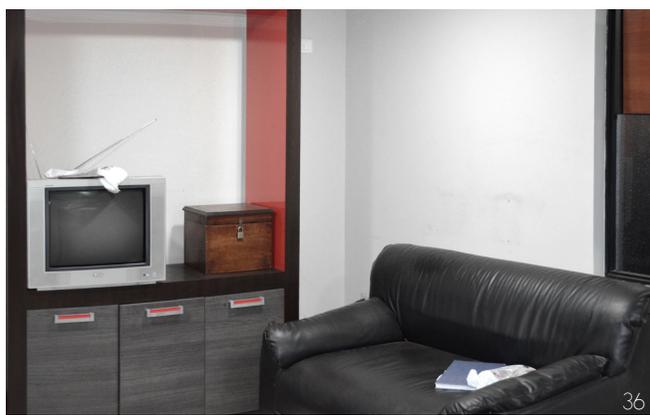
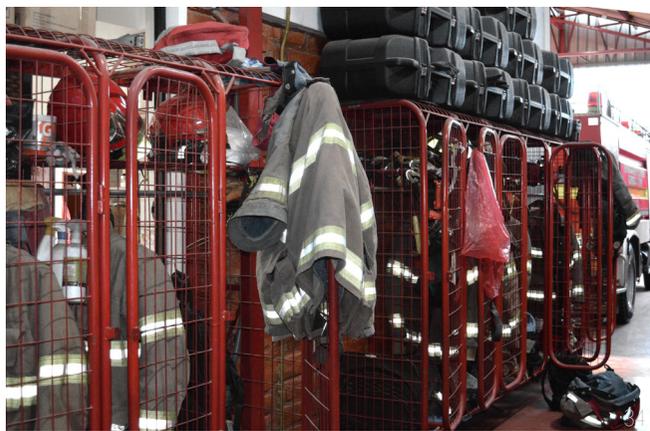
Fig. 18: Diagrama de flujos estación N°3 (Autoras, 2019)

Estación N°4 "Crnl. Jaime Maldonado Ambrosi".

AÑO: 2002  
UBICACIÓN: Calle Octavio Chacón Moscoso.  
TIPO DE ESTACIÓN: Subestación.  
ÁREA DEL LOTE: 461,20 m<sup>2</sup>.  
ÁREA CONSTRUIDA: 255,00 m<sup>2</sup>.  
MATERIALIDAD: Ladrillo.  
ESTRUCTURA: Metálica.  
ALTURA: Min: 2,10m Max: 5,82m  
NÚMERO DE PLANTAS: Dos plantas.  
PROGRAMA:

- Estacionamiento (4 vehículos)
- Prevención
- Baños hombres/mujeres
- Comandancia
- Cocina - Comedor
- Bodega
- Gimnasio
- Lavandería
- Dormitorio (7 camas)





Img. 30-37: Estación N4. (Autoras, 2019).

### Zonificación Estación N°4

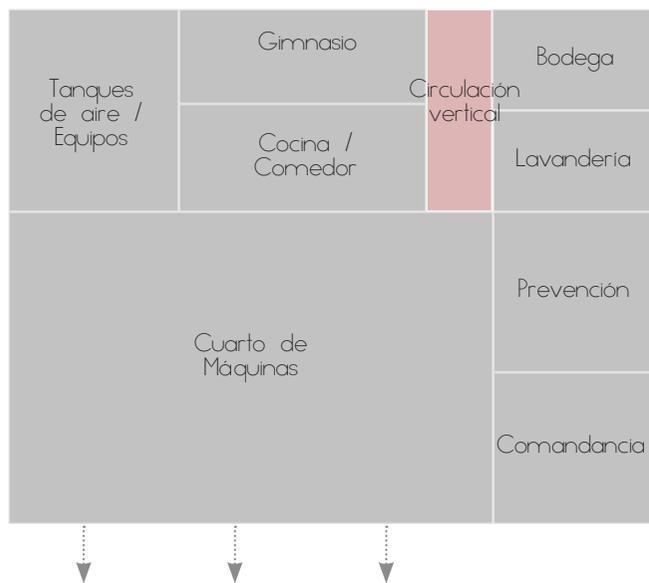


Fig. 19: Zonificación planta baja estación N°4 (Autoras, 2019)

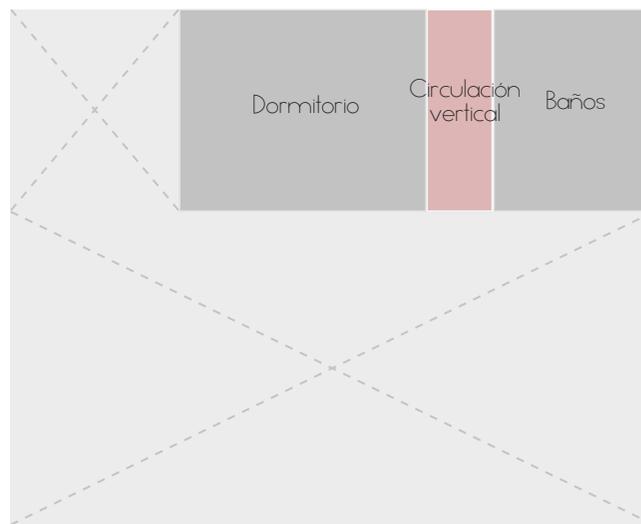
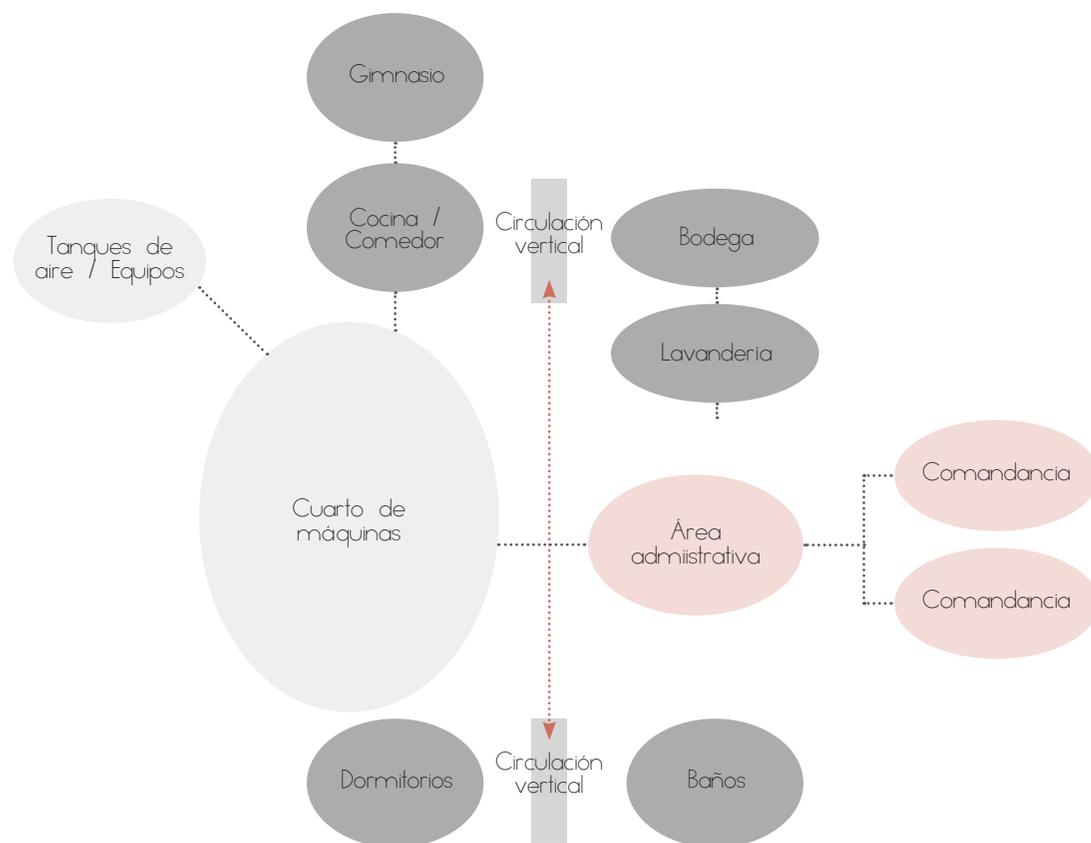


Fig. 20: Zonificación planta alta estación N°4. (Autoras, 2019)



Relaciones espaciales Estación N°4



**FORTALEZAS**

- Espacio para preparación física adecuado.
- Área de tanques de aire y equipos con conexión directa al cuarto de máquinas principal.

**DEBILIDADES**

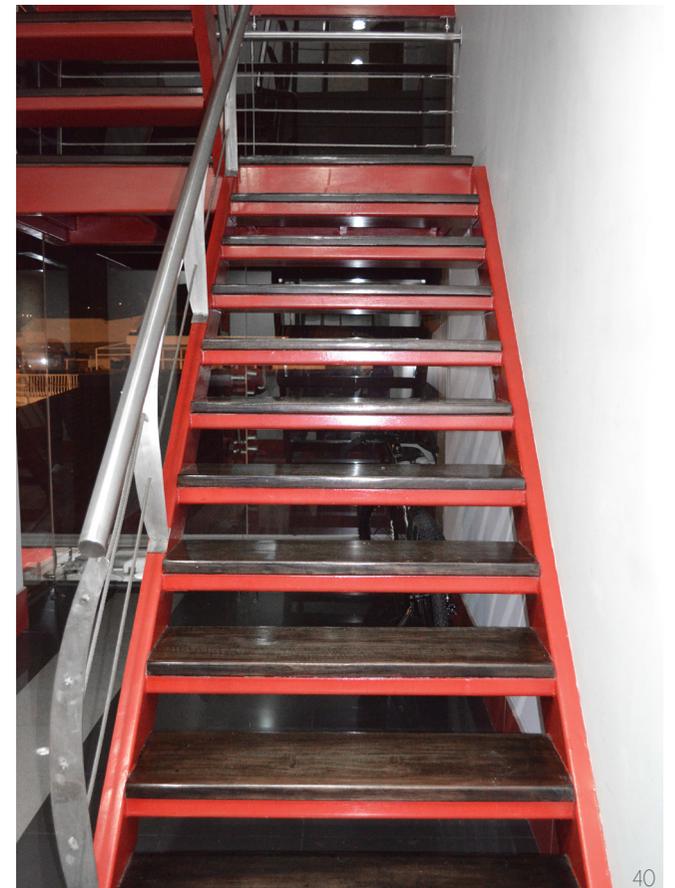
- Espacios reducidos.
- Áreas funcionales no definidas.
- Áreas administrativas reducidas.
- El área para maniobras de vehículos de emergencia no es apta.
- No existe espacio destinado para vehículos particulares.

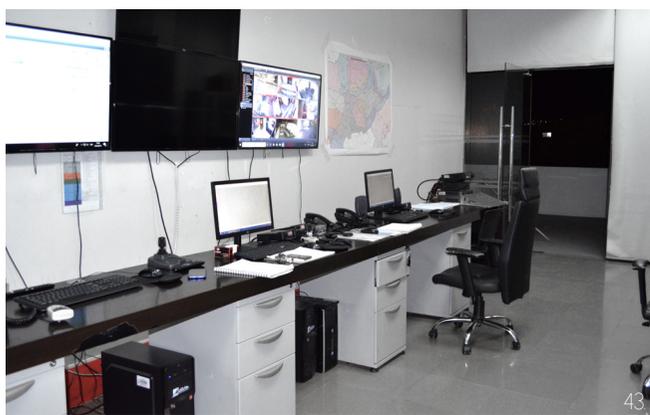
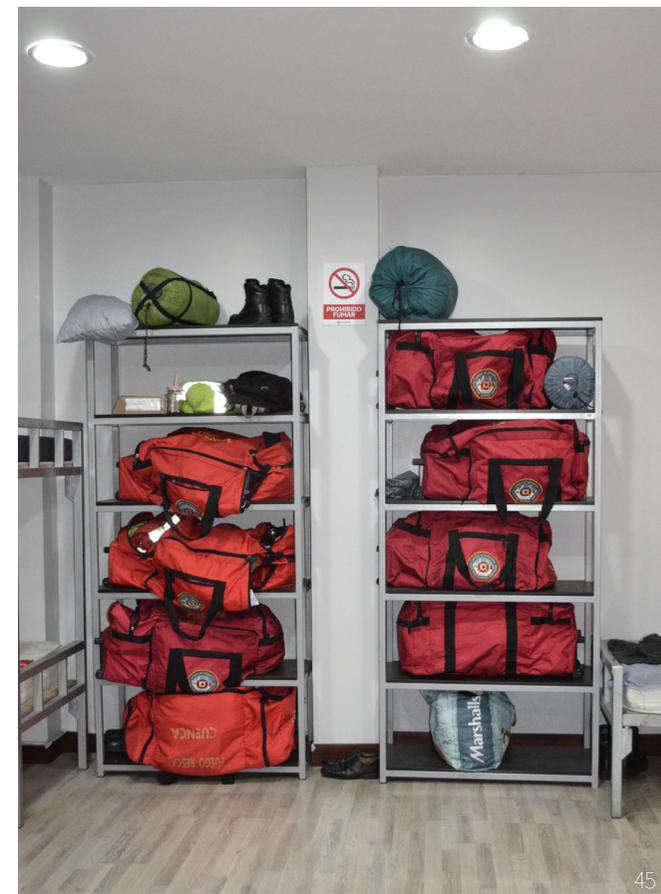
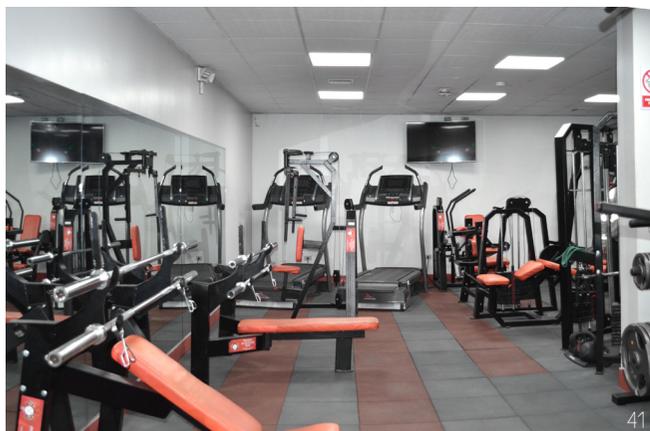
Fig. 21: Diagrama de flujos estación N°4. (Autoras, 2019)

Estación N°5 "Cmte. Roberto Lloret Bastidas".

AÑO: 2006  
UBICACIÓN: Calle Miguel Heredia y Av. de las Américas.  
TIPO DE ESTACIÓN: Cuartel General.  
ÁREA DEL LOTE: 3167,77 m<sup>2</sup>.  
ÁREA CONSTRUIDA: -  
MATERIALIDAD: Piedra.  
ESTRUCTURA: Metálica.  
ALTURA: Min: 3,04m Max: 5,23m.  
NÚMERO DE PLANTAS: Tres plantas.  
PROGRAMA:

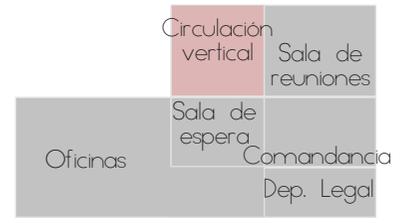
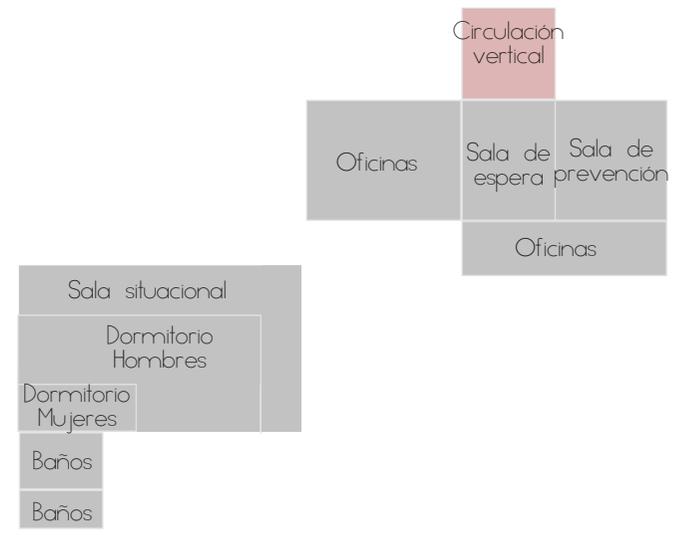
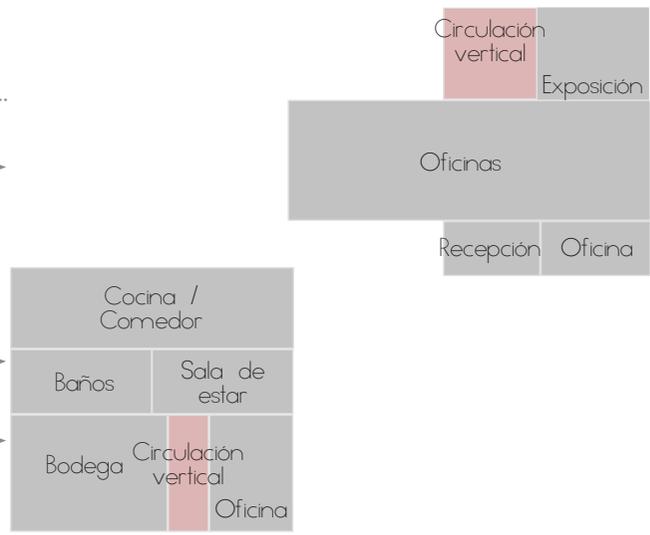
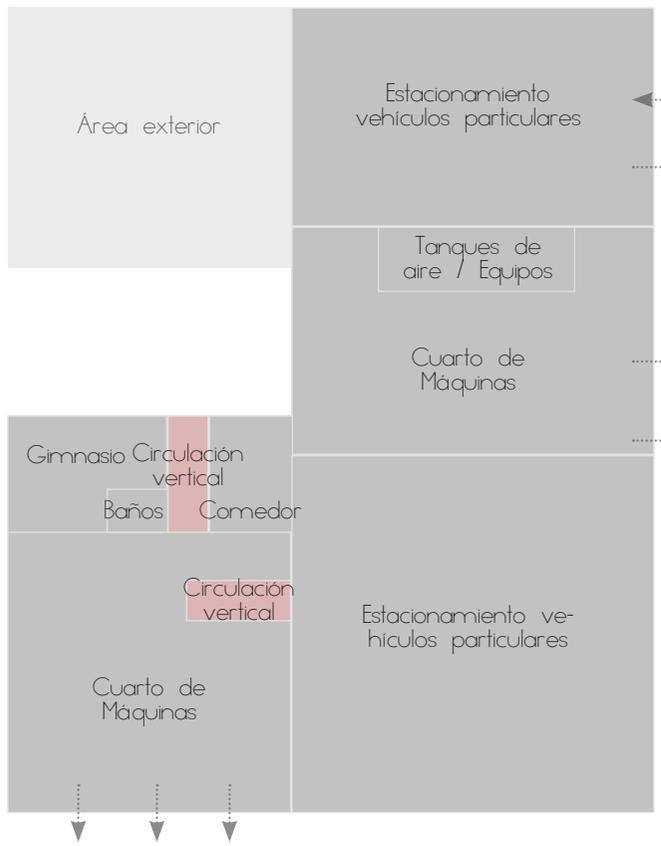
- Estacionamiento (9 vehículos)
- Gimnasio
- Baños hombres/mujeres
- 2 Cocina - Comedor
- Prevención
- 2 Dormitorios (10 camas)
- Sala situacional
- Sala de estar





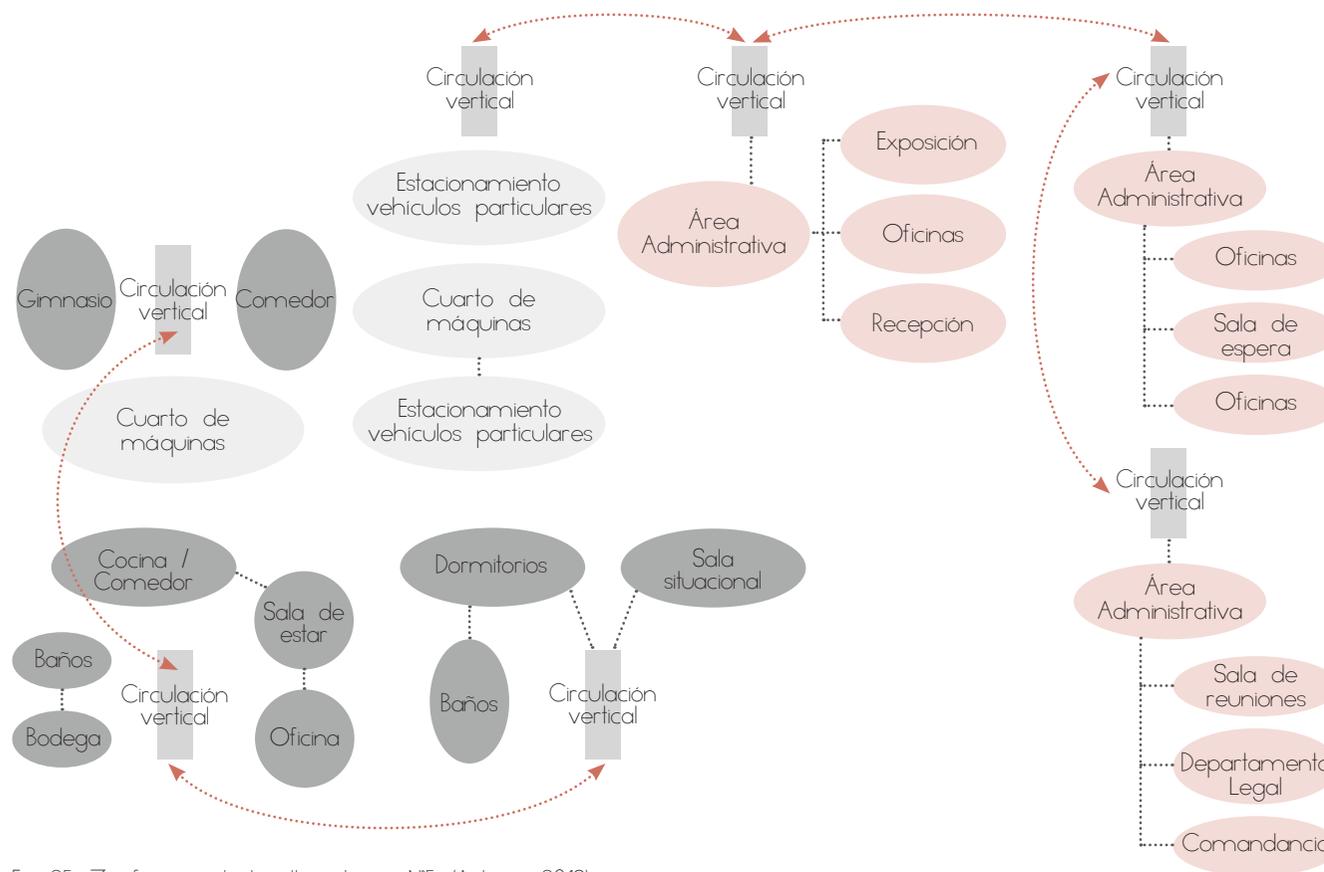
Img. 38-45: Estación N°5. (Autoras, 2019).

Zonificación Estación N°5





Relaciones espaciales Estación N°5



**FORTALEZAS**

- Espacio para preparación física adecuado.
- Consta con sala situacional.
- Área de tanques de aire y equipos con conexión directa al cuarto de máquinas principal.
- Accesos diferenciados entre el área administrativa y el área de residencia.
- Áreas funcionales definidas.
- El acceso al cuarto de máquinas principal cuenta con espacio para maniobras.

**DEBILDADES**

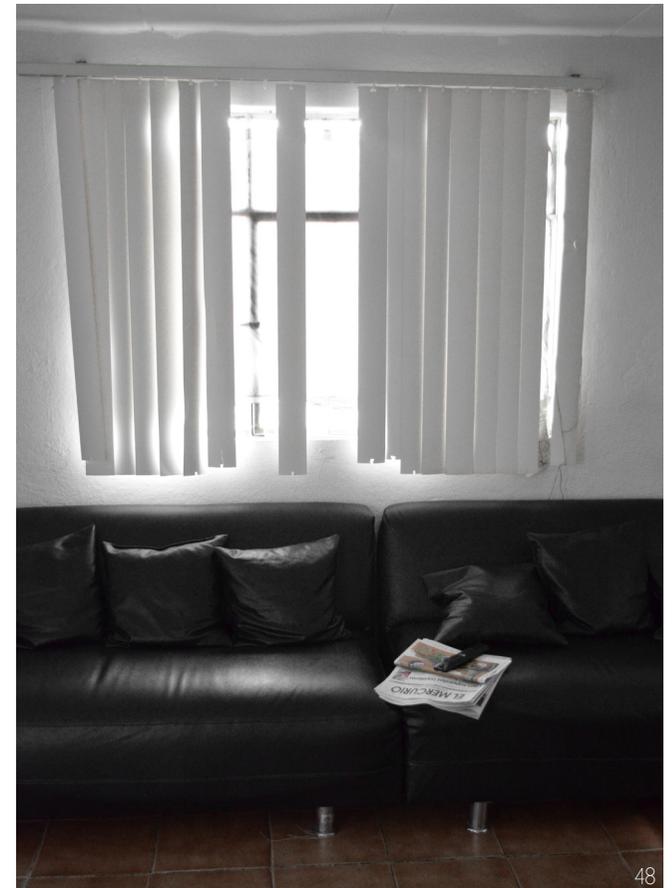
- No existen accesos peatonales.
- Zonas administrativas no definidas.
- El área para maniobras de vehículos de emergencia no es apta en el cuarto de máquinas secundario.
- No existe espacio destinado para vehículos particulares.

Fig. 25: Zonificación planta alta estación N°5. (Autoras, 2019)

Estación N°6 "Sgto. Mufith Hanna Santacruz".

AÑO: 2009  
UBICACIÓN: Calle del jengibre y vía Cuenca - Molleturo .Naranjal.  
TIPO DE ESTACIÓN: Subestación.  
ÁREA DEL LOTE: 1800,00 m<sup>2</sup>.  
ÁREA CONSTRUIDA: 100,00 m<sup>2</sup>.  
MATERIALIDAD: Enlucido.  
ESTRUCTURA: Hormigón.  
ALTURA: Min: 2,10m Max: 4,40m.  
NÚMERO DE PLANTAS: Una planta.  
PROGRAMA:

- Estacionamiento (7 vehículos)
- Prevención
- Sala de estar
- Cocina - Comedor
- 2 Dormitorios (8 camas)
- Baño compartido





Img. 46-53: Estación N°6. (Autoras, 2019).

### Zonificación y relaciones espaciales Estación N°6

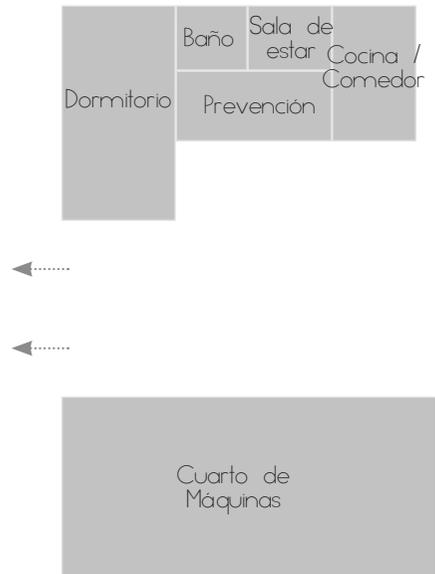


Fig. 26: Zonificación planta única estación N°6. (Autoras, 2019)

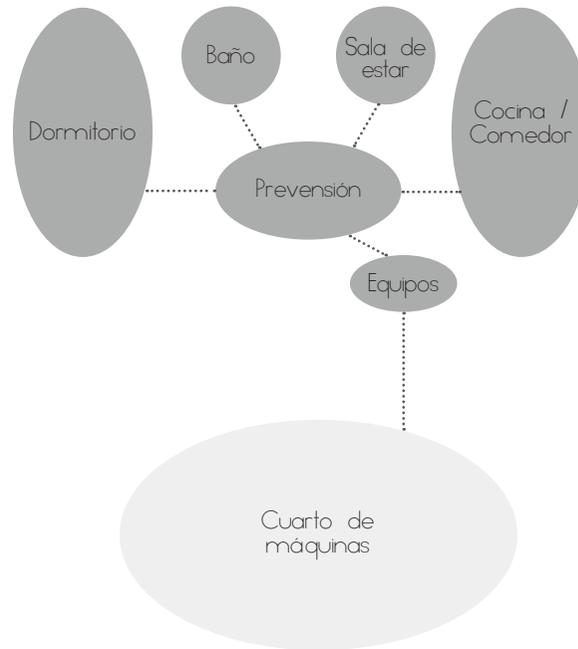


Fig. 27: Diagrama de flujos estación N°6. (Autoras, 2019)



#### FORTALEZAS

- Espacio para que los vehículos de emergencia maniobren sin obstáculos.
- Existe secuencia lógica entre los dormitorios, la zona de equipos y el cuarto de máquinas.

#### DEBILIDADES

- No existen accesos peatonales.
- Zonas administrativas no definidas, puesto que se encuentra entre la zona residencial.
- No existe espacio destinado para vehículos particulares.
- El predio no pertenece al Benemérito Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Cuenca lo cual imposibilita progresividad en la estación.
- Espacios adaptados en una vivienda existente.
- Espacios reducidos.
- Espacio para tanques de aire y equipos inadecuado.
- Inexistencia de espacios para preparación física.
- La vía de acceso a la estación es inadecuada debido a su sección vial.
- No se diferencian áreas funcionales, ya que todas las zonas se encuentran unificadas.
- No cuenta con instalaciones para extracción de gases

emitidos por los vehículos.

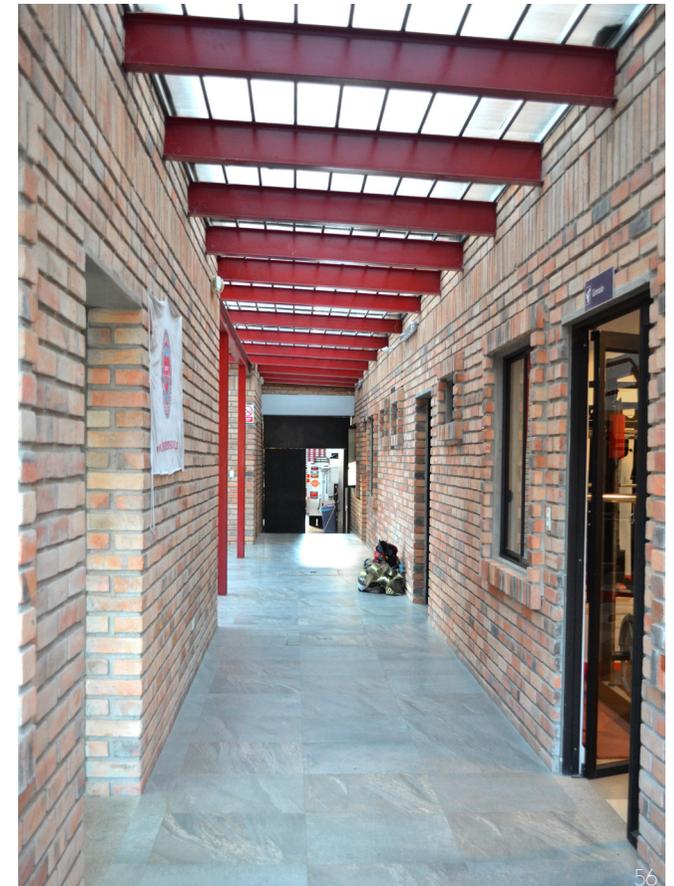
- El mobiliario fijo no es apto.
- Carece de espacios para almacenamiento de suministros.
- La estación no dispone de áreas para desinfección de equipos de protección ni lavandería para los mismos.
- El área de prevención no cuenta con espacio para integrar a la comunidad.

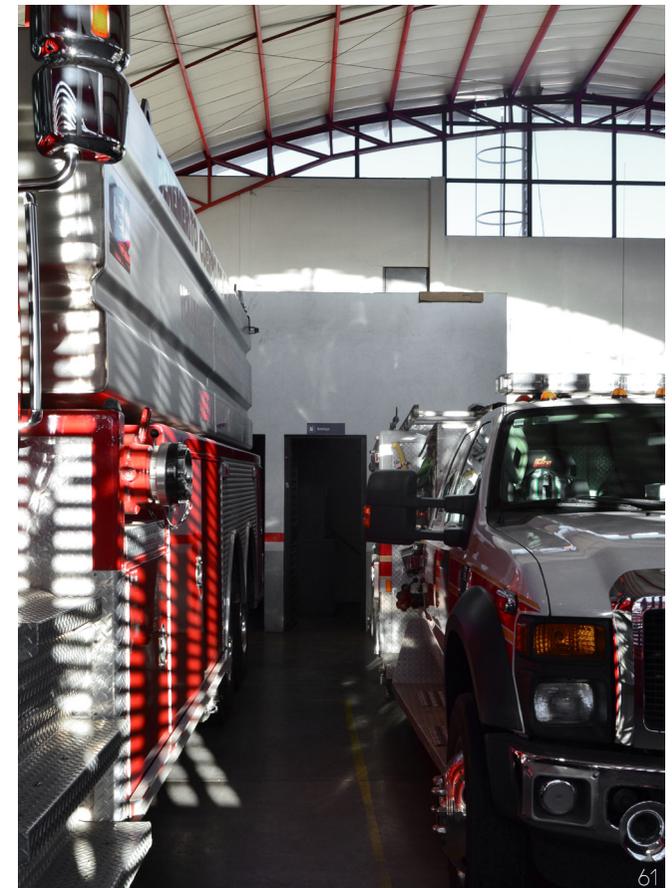
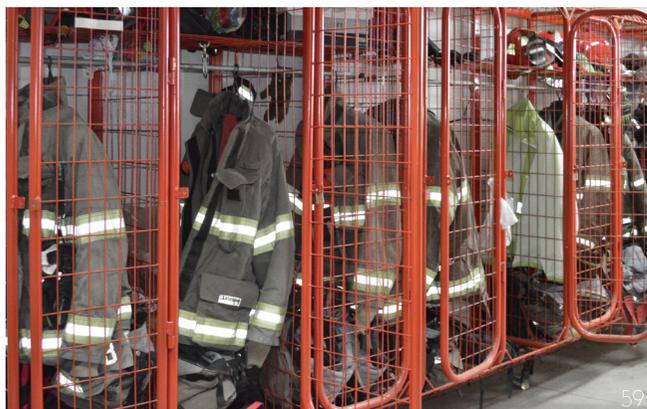
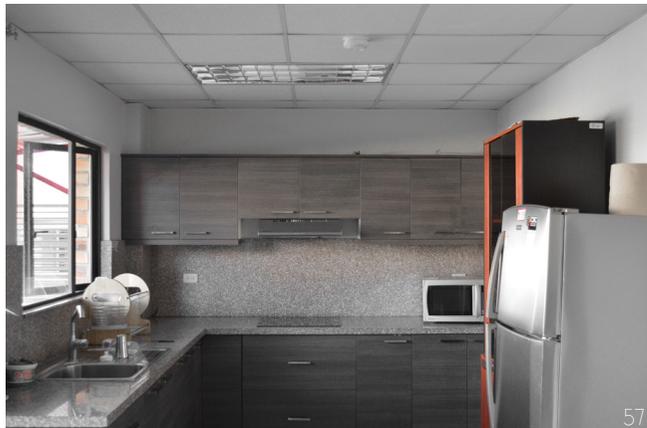
#### OBSERVACIONES

Es evidente que la Estación N°6 posee gran cantidad de fallencias al estar ubicada en una vivienda adaptada, pues los espacios no son adecuados para las funciones y no existe determinación de áreas funcionales.

## Estación N°7 "Cnl. Eduardo Suárez Quintanilla".

AÑO:	2013
UBICACIÓN:	Av. 25 de marzo - Ricaurte.
TIPO DE ESTACIÓN:	Subestación.
ÁREA DEL LOTE:	1861,80 m <sup>2</sup> .
ÁREA CONSTRUIDA:	913,90 m <sup>2</sup> .
MATERIALIDAD:	Ladrillo.
ESTRUCTURA:	Metálica.
ALTURA:	Min: 2,42m Max: 7,72m.
NÚMERO DE PLANTAS:	Una planta
PROGRAMA:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Estacionamiento (10 vehiculos)</li><li>• Prevención</li><li>• Comandancia</li><li>• Dormitorio (10 camas)</li><li>• Baños hombres/mujeres</li><li>• Entretenimiento</li><li>• Oficina</li><li>• Gimnasio</li><li>• Estudio</li><li>• Lavandería</li><li>• Cuarto de máquinas</li><li>• Cuarto de EPP</li></ul>





Img. 54-61 Estación N7. (Autoras, 2019).

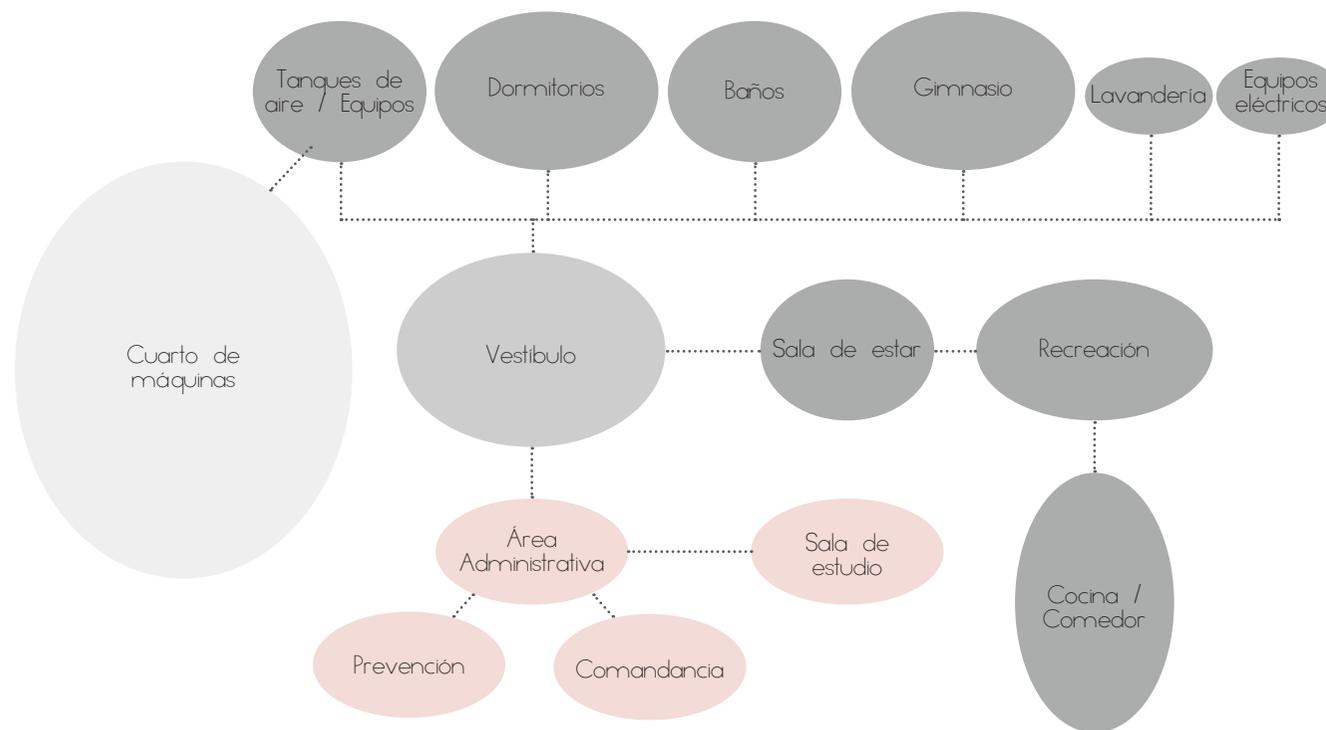
### Zonificación Estación N°7



Fig. 28: Zonificación planta única estación N°7. (Autoras, 2019)



Relaciones espaciales Estación N°7



**FORTALEZAS**

- Espacio para tanques de aire y equipos ubicado de manera adecuada.
- Existe área destinada para vehículos particulares.
- Accesos vehiculares y peatonales diferenciados.
- Áreas adecuadas para las diferentes zonas.
- Espacios para preparación física e intelectual adecuados.

**DEBILIDADES**

- No existen posibilidad de crecimiento.
- Lavandería sin conexión a cuarto de máquinas.
- El área de prevención no cuenta con espacio para charlas para la comunidad.

Fig. 29: Diagrama de flujos estación N7. (Autoras, 2019)

## Estación N°9 "Compañía N°9".

AÑO: 2015  
UBICACIÓN: Guangarcucho.  
TIPO DE ESTACIÓN: Escuela - Subestación.  
ÁREA DEL LOTE: 132545,45 m<sup>2</sup>.  
ÁREA CONSTRUIDA: -  
MATERIALIDAD: Enlucido.  
ESTRUCTURA: Hormigón  
ALTURA: Min: 2,80m Max: 4,40m.  
NÚMERO DE PLANTAS: Dos plantas.  
PROGRAMA:

- Estacionamiento (8 vehiculos)
- Prevención
- Cocina - Comedor
- Sala de estar
- Piscina
- Baños hombres/mujeres
- Casilleros
- 2 Gimnasios
- Área administrativa
- Recreación
- Coordinación
- 8 Dormitorios (46 camas)
- Aula de capacitación
- Torre de entrenamiento





Img. 62-69: Estación N°9. (Autoras, 2019).

### Zonificación Estación N°9

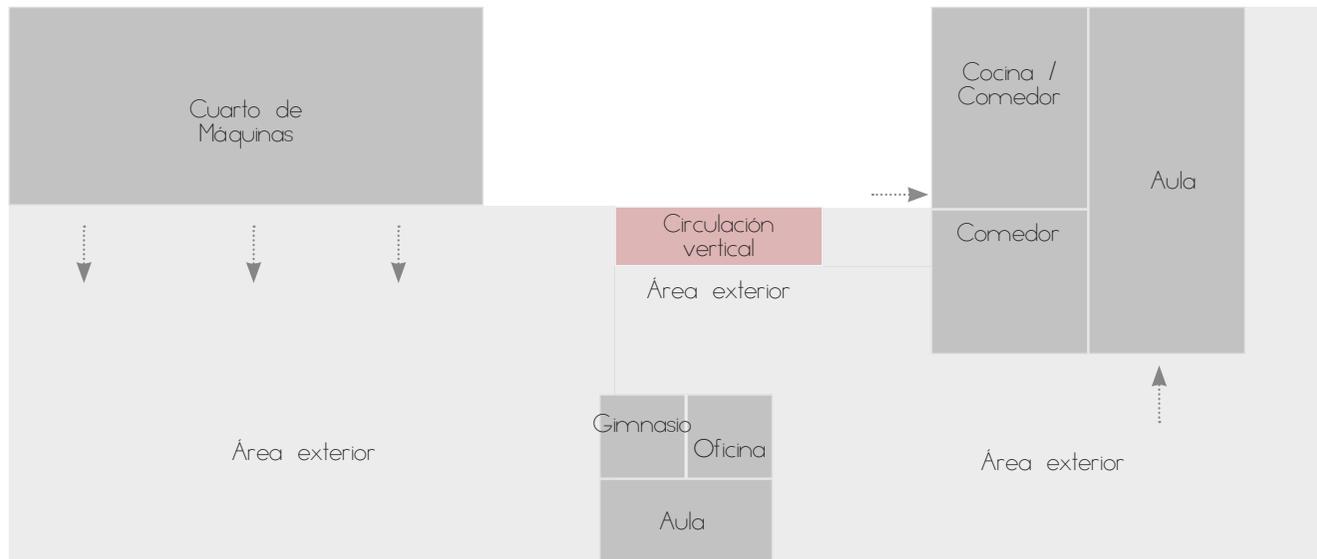


Fig. 30: Zonificación planta baja estación N°9. (Autoras, 2019)

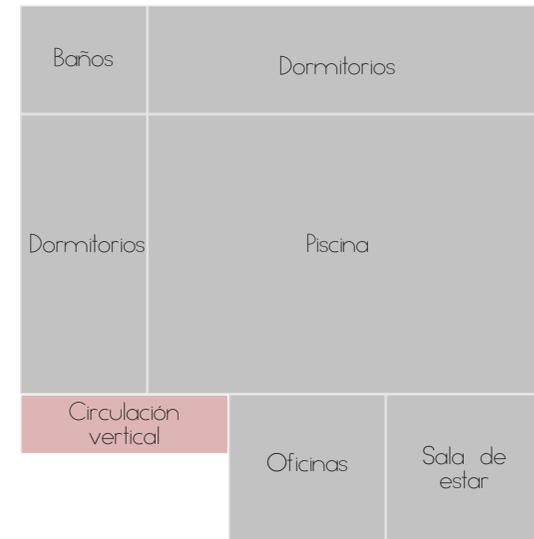
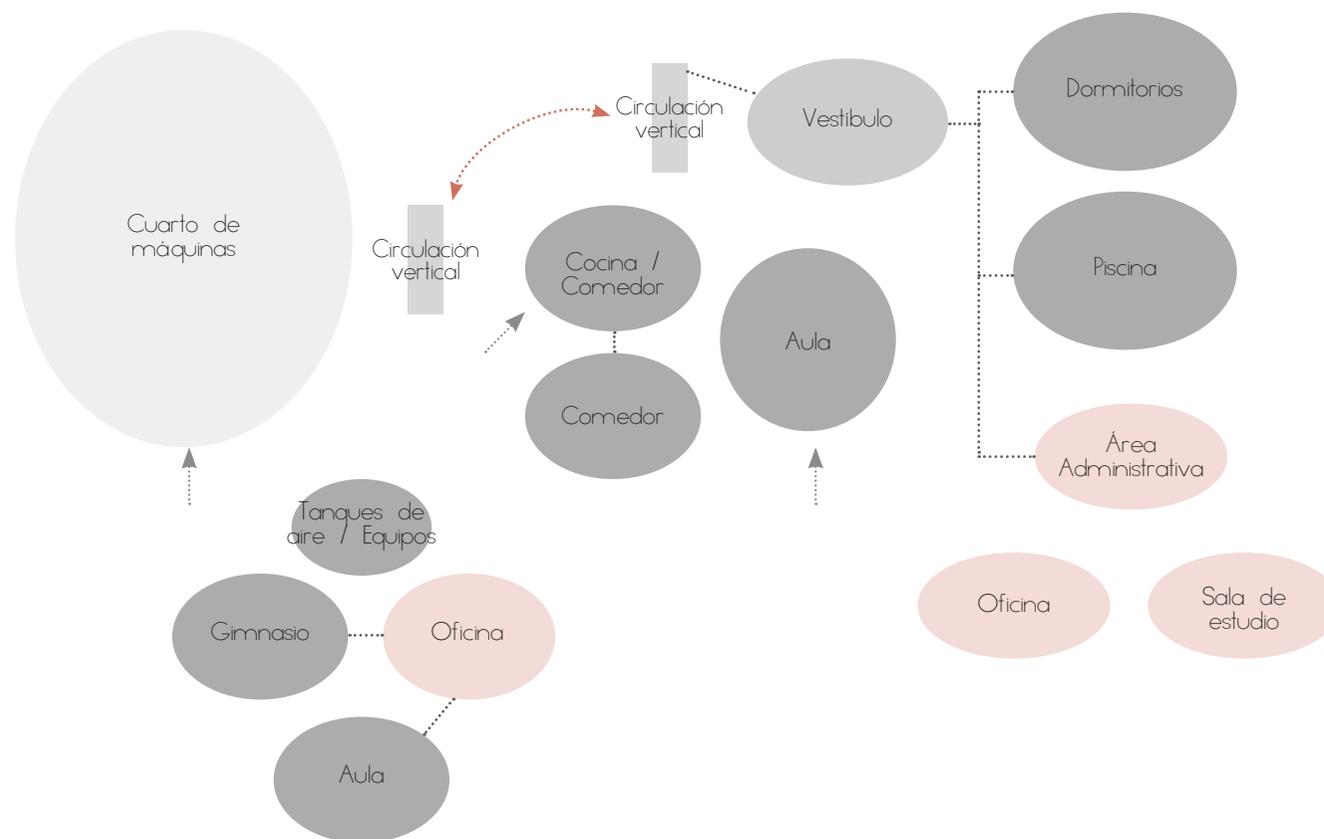


Fig. 31: Zonificación planta alta estación N°9. (Autoras, 2019)



Relaciones espaciales Estación N°9



**FORTALEZAS**

- Existe posibilidad de crecimiento.
- Existe área destinada para vehículos particulares.
- Accesos vehiculares y peatonales diferenciados.
- Áreas adecuadas para las diferentes zonas.
- Espacios para preparación física e intelectual adecuados.

**DEBILDADES**

- Lavandería sin conexión a cuarto de máquinas.
- No existe conexión entre el cuarto de máquinas y los dormitorios.
- Espacio para tanques de aire y equipos ubicado de manera inadecuada.
- Área administrativa no definida.
- No se diferencian las distintas zonas funcionales.

Fig. 32: Diagrama de flujos estación N°9. (Autoras, 2019)

## 2.1.3 CONCLUSIONES

Para describir de forma integral la condición actual de las estaciones de bomberos se realiza una síntesis de las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA). Además, se busca identificar las pautas de acción para solucionar los problemas y carencias dentro de la Institución, clasificando aquellas dificultades que se presentan actualmente de los que podrían presentarse a futuro, así como los aspectos positivos que deben mantenerse y los que se pueden incorporar en diseños posteriores.

MATRIZ FODA	POSITIVOS	NEGATIVOS
ORIGEN INTERNO	<p><b>FORTALEZAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Acceso directo a tanques de aire, ubicación correcta de este espacio.</li> <li>· Espacios adecuados para preparación física.</li> <li>· Cuentan con espacios para recreación del personal.</li> </ul>	<p><b>DEBILIDADES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· No existe planificación estratégica para el emplazamiento de estaciones.</li> <li>· Carencia de instalaciones para extracción de gases emitidos por los vehículos.</li> <li>· Déficit de sistemas de drenaje en los cuartos de máquinas.</li> <li>· Mobiliario fijo inadecuado.</li> <li>· Estaciones adaptadas a infraestructuras existentes.</li> <li>· Inapropiada localización de lavanderías y espacio de desinfección de EPP.</li> <li>· Espacio insuficiente para preparación en campo.</li> </ul>
ORIGEN EXTERNO	<p><b>OPORTUNIDADES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Posibilidad de ampliar infraestructura en algunas de las estaciones.</li> <li>· Posibles inversiones públicas para nuevas estaciones.</li> <li>· Proyectar diseños adecuados para las estaciones.</li> <li>· Incorporación de espacios destinados para prevención de modo que estos permitan integración de la comunidad.</li> </ul>	<p><b>AMENAZAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Densificación de las zonas en las que se encuentran las estaciones, mayor congestión vehicular.</li> <li>· Se requiere mayor cantidad de estaciones debido a la expansión territorial.</li> </ul>

Tabla 01: Cuadro FODA (Autoras, 2019).



Dentro del ámbito urbano es importante recalcar que las estaciones actuales no han sido emplazadas en la ciudad por medio de una planificación estratégica, es decir, que no se asegura cobertura a toda la ciudad, esto se debe a que algunos de los predios han sido donados a la institución para la construcción de los cuarteles. Como consecuencia se genera pérdida económica a largo plazo puesto que se deberá invertir en la construcción de un mayor número de estaciones. Ya que muchas de las veces estas comparten área de cobertura para satisfacer las necesidades de áreas que no cuentan con el servicio y se impide el rendimiento máximo de las mismas. Con el fin de distribuir los recursos de manera eficiente es indispensable realizar estudios que permitan una óptima determinación de las zonas en las que se requiere el servicio y a su vez permitan maximizar su productividad.

En el ámbito arquitectónico, una de las debilidades considerables es que las estaciones están adaptadas a infraestructuras preexistentes, más no existe un correcto diseño para las mismas; esto ocasiona que los flujos entre los espacios no sean adecuados afectando el

tiempo respuesta de atención a emergencias. El análisis permitió determinar que las estaciones requieren un espacio amplio para el estacionamiento de vehículos y que dicho espacio esté provisto de todos los recursos necesarios para la evacuación de gases emitidos por los mismos, así como sistemas de drenaje que permitan la limpieza y mantenimiento de los vehículos de emergencia. Además, se requiere un espacio diseñado para el aseo de los bomberos al llegar de una emergencia, el cual debe poseer conexión directa con el aparcamiento, de igual manera, es necesario un espacio destinado para lavandería exclusiva de los equipos de protección (EPP). Se determina que el espacio para preparación en campo es insuficiente. Una falencia en el interior de los espacios del área residencial son las dimensiones del mobiliario fijo en las habitaciones, ocasionando incomodidad para el personal. Una de las fortalezas determinadas en el estudio es la correcta ubicación del área asignada para los tanques de aire puesto que cuentan con acceso directo desde el estacionamiento para facilitar al personal la disposición de estos. También se determinaron aspectos positivos en los espacios determinados para preparación física

y áreas de recreación; la mayoría de las estaciones poseen gimnasios completos y salas de televisión respectivamente.

Respecto a particularidades consideradas a largo plazo, se considera la posibilidad de ampliar la infraestructura en estaciones específicas, así mismo, se estima que la institución puede contar con inversiones públicas para nuevas estaciones, las mismas que se proyectarían con diseños adecuados e incorporando espacios para prevención. Por otro lado, como amenazas, se delimitan aspectos como la densificación de las zonas en las que actualmente se encuentran las estaciones, lo cual puede ocasionar congestión vehicular y afectar el acceso a diferentes vías, así mismo, la expansión territorial demandará un mayor número de estaciones para que toda la ciudad cuente con cobertura del servicio.

En la actualidad, de las ocho estaciones construidas y en funcionamiento de la ciudad de Cuenca, seis son de tipo subestación, una está considerada como escuela - subestación y una es tipo cuartel general. Sus áreas de construcción oscilan en dos grupos, estaciones

pequeñas con un área entre 100,00 m<sup>2</sup> a 255,00m<sup>2</sup> y estaciones grandes con un área desde 700,00 m<sup>2</sup> a 1300 m<sup>2</sup> de construcción aproximadamente.

Este análisis ha permitido establecer los requerimientos mínimos que precisan los cuarteles bomberiles en nuestro medio, y a su vez posibilita la obtención de estrategias de diseño que servirán posteriormente en la aplicación y ejecución de los proyectos considerando pautas para un correcto funcionamiento del equipamiento, para generar espacios confortables para los usuarios.



## 2.2 ANÁLISIS DE MODELOS DE LOCALIZACIÓN Y ASIGNACIÓN DE SITIOS

Descripción.

Con el crecimiento y desarrollo de la ciudad, la demanda de servicios se vuelve algo significativo y con ello su planificación (Murray, 2013). La localización de un equipamiento en una ciudad resulta fundamental, sin importar cuál sea el servicio que brinde dicha entidad a la población. Cada equipamiento desempeña distintas funciones, y la ubicación del mismo dependerá del desplazamiento de los usuarios. Es decir, se requiere que la población se desplace hacia el equipamiento, o por el contrario, un servicio que se puede ofrecer desde un punto específico para toda la ciudad. Cada equipamiento requiere un área establecida y se ubicará según la demanda del servicio en una zona determinada de la ciudad. La implantación de estos establecimientos afectará al entorno inmediato en el cual se ubique, y tales efectos podrían ser positivos o negativos. Según esta clasificación, los equipamientos pueden ser deseables o no deseables (Bosque Franco, 1995).

Entre los equipamientos deseables se encuentran: escuelas, hospitales, centros culturales, comercios, entre otros. Esto se debe a que son servicios a los cuales la población desea tener fácil acceso. Por otra parte, los

equipamientos no deseables son aquellos que causan molestias a la población por lo que es preferible se encuentren en lugares alejados, en esta categoría se encuentran los cementerios, botaderos de basura, centros para personas privadas de libertad, etc. (Buzai, 2011)

Para expandir los servicios de emergencia, se debe, previamente, volver a evaluar el sistema considerando diferentes parámetros que permitan generar planificaciones estratégicas (Murray, 2013). Para ello, existen varios métodos que ayudan a determinar la ubicación de los diferentes equipamientos. Dentro de la categoría de servicios de emergencia podemos encontrar los siguientes:

- Método LSCP (Location Set Covering Problem)
- Método MCLP (Maximal Covering Location Problem)
- Método FCA (Floating Catchment Analysis)
- Proceso de jerarquía analítica

Para cumplir con el objetivo de este proyecto, se realiza un análisis de dichas metodologías con la finalidad de determinar cuál de estas posee mayor factibilidad para su aplicación en la ciudad de Cuenca de acuerdo a las variables que cada sistema utiliza.

## 2.2.1 MÉTODO LSCP (Location Set Covering Problem)

Descripción,

Esta metodología se enfoca en determinar el número mínimo de servicios de emergencia necesarios para cubrir toda la demanda, así como la ubicación de los mismos, teniendo en cuenta, para estaciones de bomberos, estándares de tiempos de respuesta de alrededor de 9 minutos, con el fin de aminorar el porcentaje de pérdidas y riesgos (Murray, 2013). Esto es posible determinar a través de un modelo matemático en el cual se consideran diferentes índices y aspectos que permiten establecer la localización óptima de dichas instalaciones. Específicamente para estaciones de bomberos se analizan las zonas con riesgo de incendio más alto, puesto que en estas existirá una mayor demanda del servicio (Yao, Zhang, Murray, 2018). Y, a partir del estándar de tiempo establecido se genera una huella geográfica que permite determinar la ubicación respectiva de cada nueva estación (Murray, 2013).

La intención de esta metodología es situar una cantidad determinada de estaciones complementarias a las existentes para mejorar el servicio que se brinda en la actualidad y satisfacer la demanda proyectada. Cada una de dichas estaciones ofrece cobertura al menos

una vez. Según este sistema, el cerrar y/o volver a ubicar las estaciones actuales, sería sensato, pensando en un resultado económico a largo plazo (Murray, 2013). Finalmente, el requerimiento de un gran número de estaciones para satisfacer la demanda existente no resulta factible debido al costo económico que esto representaría (Borrás, Pastor, 2005).

Parte del procedimiento para la ejecución del método, es tomar como primer paso, un enfoque en donde no hubiera estaciones existentes (Murray, 2013). Según el artículo de Jing Yao "Location optimization of urban fire stations: Access and service coverage" los parámetros que se utilizan son los siguientes:

**I, J:** conjunto de áreas de demanda y ubicaciones potenciales de estaciones de bomberos, respectivamente.

**$i, j$ :** índice de áreas de demanda y ubicaciones potenciales de estaciones de bomberos, respectivamente.

**$w_i$ :** riesgo de incendio estimado en el área de demanda  $i$ .

**$d_{ij}$ :** distancia o tiempo de viaje entre  $i$  y  $j$ .

**S:** estándar de servicio.

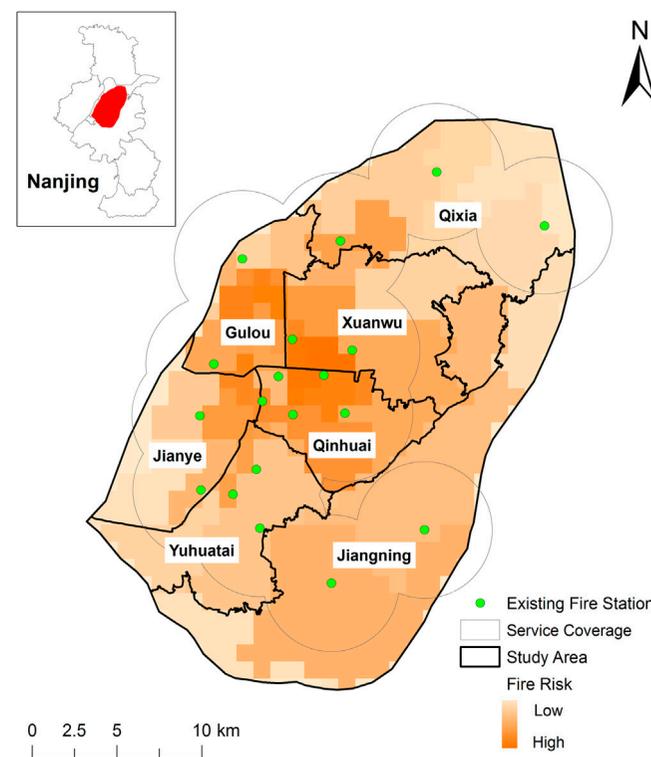
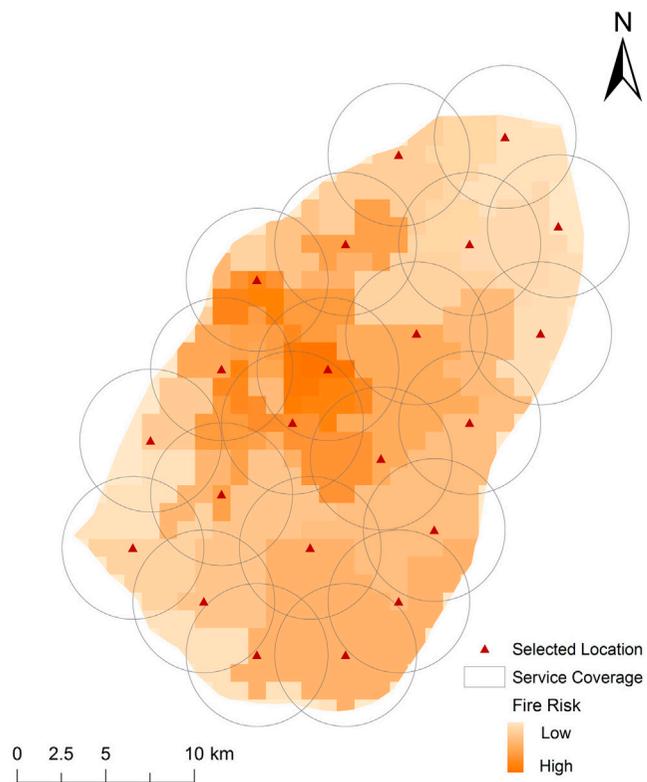


Fig. 33: Estaciones existentes en Nanjing, China. (Yao, Zhang, Murray, 2018).



$\Omega_i$ : conjunto de estaciones de bomberos capaces de atender adecuadamente la demanda  $i$ .

$\Omega_i$ : conjunto de estaciones de bomberos capaces de atender adecuadamente la demanda  $i$ ,  $\{j|d_{ij} \leq S\}$

$\Phi$ : conjunto de estaciones de bomberos existentes.

$q$ : número de estaciones de bomberos existentes que deben permanecer en el sistema de servicio.

Las variables de decisión:

$$Y_j = \begin{cases} 1 & \text{si una estación de bomberos está situada en } j \\ 0 & \text{de lo contrario} \end{cases}$$

$X_{ij}$  = la fracción de la demanda en  $i$  que recibe el servicio de la instalación  $j$ .

Minimizando 
$$\sum_{i \in I} \sum_{j \in \Omega_i} w_i d_{ij} X_{ij}$$

Sujeto a 
$$\sum_{j \in \Omega_i} X_{ij} = 1 \forall i \in I$$

$$X_{ij} \leq Y_j \forall i, j \in \Omega_i$$

$$\sum_{j \in \Phi} Y_j = q$$

$$Y_j = \{0,1\} \forall j \in J,$$

$$X_{ij} \geq 0 \forall i, j \in \Omega_i$$

**Fórmula 1**

Fig. 34: Ubicación óptima de estaciones en Nanjing, China. (Yao, Zhang, Murray, 2018).

## 2.2.2 MÉTODO MCLP (Maximal Covering Location Problem)

Descripción.

El minimizar la cantidad de estaciones de bomberos es un objetivo tanto del método LSCP como del MCLP. Sin embargo, el MCLP es uno de los métodos más aplicados para determinar la ubicación de estaciones de bomberos (Murray, 2013). Este método maximiza el total de las llamadas respondidas en una de las estaciones, teniendo en cuenta el número de estaciones óptimas obtenidas a través del proceso LSCP, al utilizar el número de llamadas atendidas en las estaciones no se determinará un número de estaciones que cubran toda el área sino las estaciones requeridas según la demanda de la zona específica (Borrás, Pastor, 2005). Existen restricciones como el registro del servicio adecuado de cierta estación dentro de un vecindario, con un tiempo de respuesta establecido; y como el número de estaciones a ser ubicadas en una zona delimitada (Murray, 2013).

El MCLP cuenta con ciertas restricciones para una asistencia apropiada, este impone un porcentaje mínimo de demanda de cada vecindario. Los parámetros utilizados serán los mismos del método anteriormente descrito, únicamente adicionando las siguientes variables:

**Fi:** población en el nodo *i*

**P:** el número de estaciones que deben ser ubicadas.

**bij:** fracción de área *i*, cubierta por la estación de bomberos *j*.

**Ni:** conjunto de estaciones de bomberos potenciales que brindarían cualquier nivel parcial de cobertura.

**Zi:** cantidad de demanda en el área que esperaba recibir el servicio de las estaciones de bomberos.

El modelo matemático se muestra a continuación:

$$\begin{aligned} &\text{Maximizando } \sum_{i \in I} f_i Y_i \\ &\text{Sujeto a } \sum_{j \in N} X_j \geq Y_i \quad \forall i \in I \\ &\sum_{j \in J} X_j = p \\ &X_j, Y_i \in \{0,1\} \quad \forall j \in J, \forall i \in I \end{aligned}$$

**Fórmula 2**

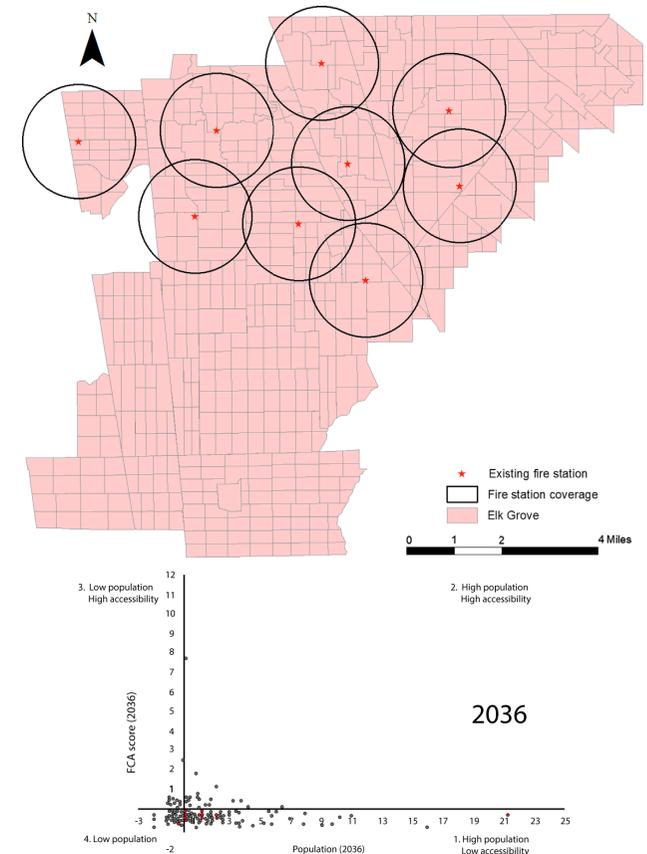


Fig. 35: Estaciones existentes. (Murray, 2013)

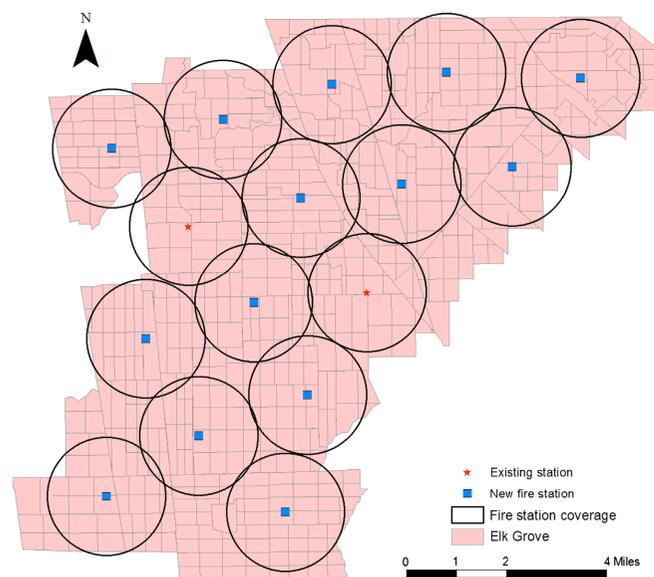


Fig. 36: Ubicación óptima. (Murray, 2013).

Finalmente, tenemos la siguiente fórmula, que sirve para obtener la ubicación de estaciones, pero teniendo como base las estaciones existentes:

$$\sum_{j \in \emptyset} X_j = r$$

### Fórmula 3

En donde:

**r**: número de estaciones de bomberos que deberían permanecer.

Este modelo matemático, da como resultado una configuración espacial con un número concreto de estaciones que se encarguen de cumplir con los requerimientos de las distintas zonas. Es importante mencionar que existe un modelo denominado *Threshold Coverage Model*, el cual se aplica una única vez y da como respuesta un número mínimo de estaciones y la ubicación de las mismas en base al total de llamadas realizadas requiriendo este servicio. Ambos son modelos discretos diseñados para normar los estándares y

pautas dictadas por la NFPA. A pesar de ello, Tong y Murray, Alexandris y Giannikos y Cromley, han demostrado que las respuestas que brindan estos métodos resultan conservadores y muy optimistas, nuevamente centrados en un ámbito económico (Como está citado en Murray, 2013).

## 2.2.3 MÉTODO FCA (Floating Catchment Analysis)

Descripción.

El método FCA se centra en dar seguimiento a la capacidad de respuesta que brindan las estaciones de bomberos en la actualidad y a partir de ello, poder garantizar que dichas y nuevas estaciones logren alcanzar los estándares mínimos de abastecimiento. El método pretende medir la eficiencia de las estaciones, su cobertura y el nivel de accesibilidad espacial por parte de la población al servicio para mejorar y ampliar su acceso. Se identifica ubicaciones potenciales por medio de la relación entre el número de instalaciones y la demanda existente del servicio de emergencia (KC, Corcoran, & Chhetri, 2018).

De forma general, se clasifica a las medidas de accesibilidad espacial en 4 grupos:

1. Proximidad
2. Disponibilidad regional
3. Modelos de gravedad
4. Análisis de cuencas flotantes

(KC, Corcoran, & Chhetri, 2018)

La aplicación del FCA es cada vez mayor, ya que tiene como objetivos: integrar el tiempo de respuesta y el

total de estaciones existentes con la accesibilidad que tiene la población a los servicios de bomberos; plantear los inconvenientes que presentan ciertos métodos de ubicación igualitaria de estaciones dentro de un sitio determinado de estudio; aclarar la correlación espacial entre la población actual y futura frente a las estaciones proyectadas a través de un tiempo determinado; y generar una base de datos donde se encuentran las puntuaciones de la accesibilidad presente en el área de estudio, con lo cual se puede determinar futuras localizaciones de estaciones (KC, Corcoran, & Chhetri, 2018).

La metodología usada se basa en el análisis de los resultados por medio de diagramas de cuadrantes que expliquen la relación entre el crecimiento poblacional en rangos de 5 años, con los niveles de accesibilidad al servicio. Los valores de la accesibilidad se desarrollan en dos pasos:

Paso 1. Cálculo del tiempo de respuesta:

$$R_j = \frac{S_j}{\sum_{k \in \{d_{kj} \leq d_{max}\}} P_k W_{kj}}$$

**Fórmula 4**

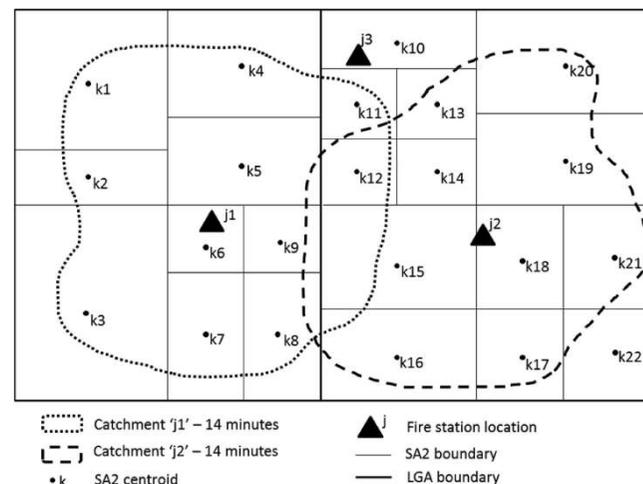


Fig. 37: Aplicación del método. (KC, Corcoran, & Chhetri, 2018)

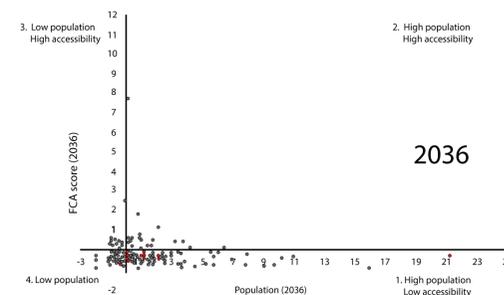


Fig. 38: Parcelaciones por cuadrantes. (KC, Corcoran, & Chhetri, 2018)

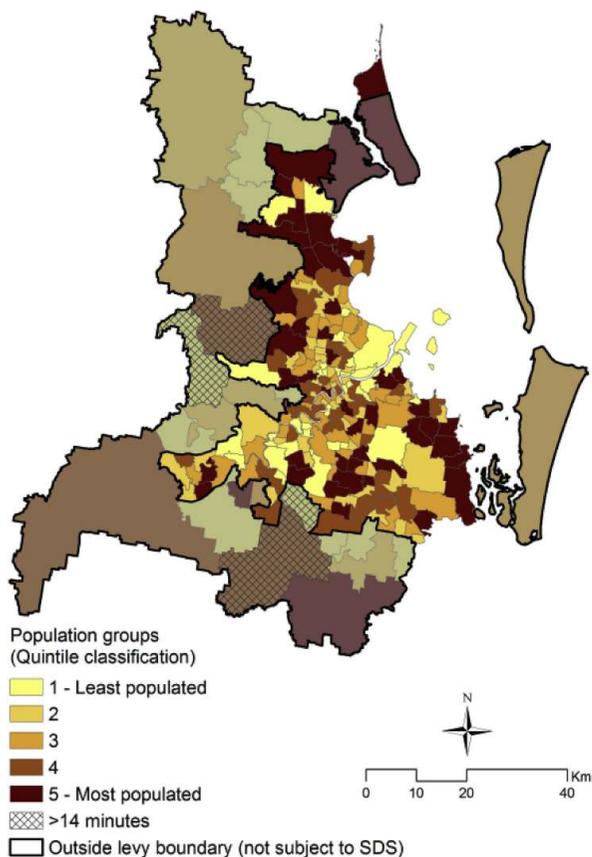


Fig. 39: Distribución cuantil. (KC, Corcoran, & Chhetri, 2018)

Donde:

$P_k$ : población de un lugar  $k$  dentro de la cuenca  $j$ .

$S_j$ : número de camiones de bomberos en la ubicación  $j$ .

$dk_j$ : tiempo de respuesta entre  $k$  y  $j$ .

$d_{max}$ : zona horaria de respuesta dentro de la zona de captación.

$w_{kj}$ : peso de la distancia para la zona horaria especificada.

**Paso 2:** Cálculo de la accesibilidad de la población:

$$A_k = \sum_{k \in \{d_{kj} \leq d_{max}\}} R_j W_{kj}$$

**Fórmula 5**

Donde:

$A_k$ : accesibilidad de la población en el lugar  $i$  a los camiones de las ubicaciones.

$R_j$ : Los camiones de bomberos a la relación de la población.

$d_{ij}$ : tiempo de respuesta entre  $i$  y  $j$ .

$w_{kj}$ : factor de disminución de la distancia.

(KC et al., 2018).

Según la ilustración mostrada en la página anterior

(pág. 82) se asumirá que en cada localidad está únicamente una persona, y que existe un camión de bomberos en cada estación, con un tiempo de respuesta de 14 min. Con estos datos, como primer paso se obtiene una proporción de 1/11 para la estación  $j_1$ , ya que consta de 11 personas con 1 camión. Y, en la estación  $j_2$  se obtiene una proporción de 1/10. En el segundo paso, se mueve el tiempo de respuesta de un rango poblacional (SA2) a otro. Es decir, en un caso real, se suma el total de dispositivos y la suma de la población que se encuentre dentro del límite de tiempo establecido y esté, a su vez, dentro del centroide del rango poblacional que se analiza (KC, Corcoran, & Chhetri, 2018).

Posteriormente, al graficar los datos en el diagrama de cuadrantes, se puede evidenciar cuales serian los resultados en lugares de alta densidad poblacional.

En los estudios realizados por Corcoran se ha determinado que es el tráfico, las configuraciones de las vías y el acceso limitado al sitio lo que genera baja accesibilidad a este servicio (KC, Corcoran, & Chhetri, 2018).

## 2.2.4 PROCESO DE JERARQUÍA ANALÍTICA

Descripción.

En este proceso, como su nombre lo indica, se realiza una jerarquización de los aspectos que deben considerarse. Para determinar las prioridades se debe:

- a) Delimitar el problema y el alcance que se requiere.
- b) Estructurar una jerarquía con la meta que se desea y sus objetivos.
- c) Establecer una matriz de pares para la comparación. Dentro de esta matriz se encontrarán los aspectos más

relevantes.

d) Finalmente se obtendrá un valor global de las prioridades (Saaty T.L., 2008).

Para poder realizar la comparación entre los aspectos se requiere una escala que permita definir cuantas veces es más importante un factor que otro para así obtener una jerarquización de los mismos. La siguiente tabla muestra dicha escala:

IMPORTANCIA	DEFINICIÓN	EXPLICACIÓN
1	Igual importancia	Las dos actividades contribuyen igual al objetivo.
2	Débil o leve	
3	Importancia moderada	La experiencia y el juicio favorecen ligeramente una actividad sobre otra.
4	Más que moderada	
5	Fuerte importancia	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente una actividad sobre otra.
6	Más que fuerte	
7	Muy fuerte o importancia demostrada	Una actividad favorece muy fuertemente sobre la otra.
8	Muy, muy importante	
9	Importancia extrema	Una actividad favorece una actividad sobre la otra, es el más alto orden posible.

Tabla 02: (Saaty, 2008).

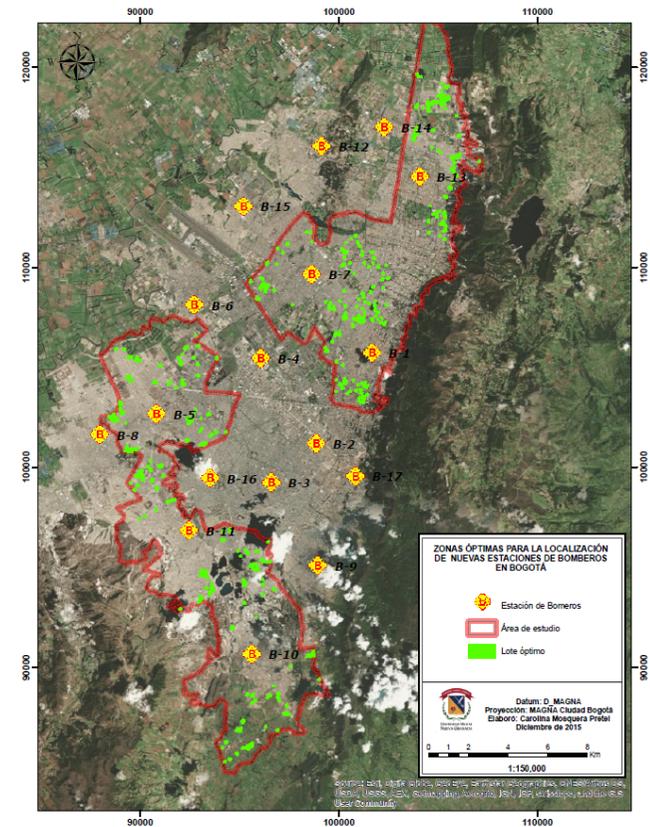


Fig. 40 : Resultado de lotes óptimos. (Mosquera, 2016).



## 2.2.5 CONCLUSIONES

### Selección del método de localización

Actualmente existen varias metodologías para desarrollar estudios de localización de equipamientos de emergencias, de estos los métodos MLCP y LSCP son los más recurrentes, seguidos por el método FCA el cual parte de los mismos principios, con aplicación de fórmulas las cuales requieren datos específicos de la situación actual del lugar a ser analizado. A través de estos métodos se busca determinar el número mínimo, en este caso, de estaciones de bomberos, que satisfaga la demanda que se genera en la población a ser estudiada.

Todas estas metodologías pueden ser utilizadas, sin embargo, se considera que los resultados que se obtienen en base a su aplicación pueden llegar a ser idealistas, más aún en el caso del método LSCP y MCLP, los cuales suponen que lo más prudente para obtener mejores resultados sería eliminar las estaciones existentes para levantar nuevas estaciones en lugares estratégicos que permitan cubrir toda la demanda. Sin embargo, estas soluciones implican grandes inversiones económicas para las instituciones por lo que no permiten que el proceso se ejecute de la forma apropiada.

Por otro lado, para generar un análisis diferenciado de los anteriores, existe la posibilidad de aplicar la metodología de proceso de jerarquización analítica, en la que, a través de la elaboración de rangos de importancia de aspectos fundamentales para la localización de estaciones, se efectúa una matriz de pares para comparar dichos parámetros y obtener las prioridades a considerar por medio de valores, este método permite determinar lotes óptimos a través de la utilización de Sistemas de Información Geográfica (SIG) según los pesos asignados para los diferentes parámetros establecidos.

Después de haber analizado distintas metodologías existentes para la localización óptima de equipamientos de emergencia, en este caso estaciones de Bomberos, se concluye que la metodología de proceso de jerarquización analítica resulta apropiada para ser aplicada en la ciudad de Cuenca, puesto que considera las estaciones existentes y se jerarquizan los parámetros a ser analizados permitiendo obtener resultados más cercanos a la realidad, obteniendo las zonas óptimas para la implantación de nuevas estaciones.

## 2.3 APLICACIÓN DEL MÉTODO

Proceso de jerarquización analítica.

Para determinar los sitios óptimos para las Estaciones de Bomberos en la ciudad de Cuenca es fundamental establecer parámetros los cuales permitan determinar las condiciones necesarias para que el servicio pueda ser brindado a toda la población.

Se considera un área aproximada de lote según cada tipo de estación, para estaciones principales el área mínima requerida es de 3500m<sup>2</sup>, mientras que para

una subestación el área mínima es de 600m<sup>2</sup> (FON-DONORMA, 2009).

Además, se deben considerar factores urbanos, los mismos serán tomados de la investigación realizada por Mosquera, J, la Norma Venezolana "Guía de diseño para Estaciones de Bomberos" y de la guía "Designers guide firefighting operations emergency vehicle access guide" a continuación se muestran dichos aspectos:

PARÁMETROS	Alternativas		
	Apta	Moderadamente Apta	No Apta
Distancia a otra estación de bomberos	Más de 2500m	1500 a 2500m	Menor a 1500m
Distancia a sistema vial (Arterial, principal, colectora o local)	0 a 100m	100 a 150m	Mayor a 150m
Distancia a la red hospitalaria	200 a 2000m	2000 a 4000m	Mayor a 4000m
Distancia a centros de aglomeración o centros educativos	150 a 500m	500 a 1000m	Mayor a 1000m
Pendiente del terreno	0 - 10%	10 - 15%	Mayor a 15%

Tabla 03: Rangos de aplicación de los parámetros. (Mosquera, 2015).



Posteriormente se requiere valorar los parámetros según la escala del método de Saaty. Se asigna un peso para cada parámetro en la fila "y" con respecto al de la columna "x". Dichos valores se obtienen de la investigación "Determinación de zonas óptimas para la localización de nuevas estaciones de bomberos en Bogotá mediante herramientas de análisis espacial", los cuales se asignan de acuerdo a la importancia que posee cada parámetro.

Escala matriz de comparación por pares

- 1 El parámetro x es igualmente preferido al parámetro y.
- 3 El parámetro x es moderadamente preferido al parámetro y.
- 5 El parámetro x es fuertemente preferido al parámetro y.
- 7 El parámetro x es muy fuertemente preferido al parámetro y.
- 9 El parámetro x es extremadamente preferido al parámetro y.

Nota:

Los valores utilizados en la escala para la matriz de comparación por pares se detallan a cabalidad en la tabla 02 (Pág. 84)

Tabla 04: Escala de Saaty. (Saaty, 2008)

PARÁMETROS	Parámetro y					
	ALTERNATIVAS					
	Distancia a sistema vial (Arterial, principal, colector o local)	Distancia a otra estación de bomberos	Distancia a la red hospitalaria	Distancia a centros de aglomeración o centros educativos	Pendiente del terreno	
Parámetro x	Distancia a sistema vial (Arterial, principal, colector o local)	1	3/1	3/1	7/1	9/1
Distancia a otra estación de bomberos	1/3	1	3/1	5/1	7/1	
Distancia a la red hospitalaria	1/3	1/3	1	3/1	5/1	
Distancia a centros de aglomeración o centros educativos	1/7	1/5	1/3	1	3/1	
Pendiente del terreno	1/9	1/7	1/5	1/3	1	
Sumatoria (Σ)	1,92	4,68	7,53	16,33	25,00	

Tabla 05: Aplicación de pesos. (Autoras, 2019)

A continuación, es necesario normalizar la matriz. Esto se obtiene dividiendo cada peso asignado para la sumatoria de la columna respectiva. El siguiente paso es determinar el vector propio a través del promedio de cada una de las filas de la matriz.

PARÁMETROS	Parámetro y ALTERNATIVAS					Promedio (P)
	Distancia a sistema vial (Arterial, principal, colectora o local)	Distancia a otra estación de bomberos	Distancia a la red hospitalaria	Distancia a centros de aglomeración o centros educativos	Pendiente del terreno	
Distancia a sistema vial (Arterial, principal, colectora o local)	0,52	0,64	0,40	0,43	0,36	0,47
Distancia a otra estación de bomberos	0,17	0,21	0,40	0,31	0,28	0,27
Distancia a la red hospitalaria	0,17	0,07	0,13	0,18	0,20	0,15
Distancia a centros de aglomeración o centros educativos	0,07	0,04	0,04	0,06	0,12	0,07
Pendiente del terreno	0,06	0,03	0,03	0,02	0,04	0,04

Tabla 06: Resultados de la aplicación de pesos. (Autoras, 2019)



El vector propio se termina a través de la siguiente fórmula:

$$\lambda_{max} = (\sum_1 \times P_1) + (\sum_2 \times P_2) + (\sum_3 \times P_3) + (\sum_4 \times P_4) + (\sum_5 \times P_5)$$

**Fórmula 6**

Aplicando la misma obtenemos:

$$\lambda_{max} = (1,92 \times 0,47) + (4,68 \times 0,27) + (7,53 \times 0,15) + (16,33 \times 0,07) + (25 \times 0,04)$$

$$\lambda_{max} = 5,33$$

Al resolver la matriz se debe obtener una tasa de consistencia máximo de 0,10 para aceptar los pesos asignados como válidos, caso contrario se deben reconsiderar los pesos asignados a los parámetros.

Para determinar la tasa de consistencia es necesario obtener el índice de consistencia mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

**Fórmula 7**

IC= Índice de consistencia

$\lambda_{max}$  = Vector propio

n= Número de aspectos

$$IC = \frac{5,33 - 5}{5 - 1}$$

IC= 0,08

El siguiente paso es establecer la tasa de consistencia aplicando el índice randómico que tiene un valor de 0,90.

IR=0,90

CR= Tasa de consistencia

$$CR = \frac{CI}{IR}$$

$$CR = \frac{0,08}{0,90}$$

CR=0,091

Se puede comprobar que los pesos asignados a los parámetros son válidos debido a que la tasa de consistencia es menor al valor máximo permitido.

PARÁMETROS	PORCENTAJE
Distancia a sistema vial (Arterial, principal, colectora o local)	47,00%
Distancia a otra estación de bomberos	27,00%
Distancia a la red hospitalaria	15,00%
Distancia a centros de aglomeración o centros educativos	7,00%
Pendiente del terreno	4,00%

Tabla 07: Porcentajes finales. (Autoras, 2019)

## Distancias Euclidianas.

Para determinar los predios a utilizarse para la implantación de las Estaciones de Bomberos en la ciudad de Cuenca, después de obtener los resultados de la importancia de cada parámetro a través del método de Saaty se procede a aplicar procesos de multicriterio

mediante el programa Arcgis, el mismo que trabaja con sistemas de información geográfica (SIG). Por medio de la herramienta "Euclidean Distance", la cual permite determinar la distancia entre dos puntos a partir de capas ráster, se obtienen resultados de la

separación entre los diferentes equipamientos o aspectos analizados, dicho proceso se realiza de manera individual para cada uno de los parámetros.

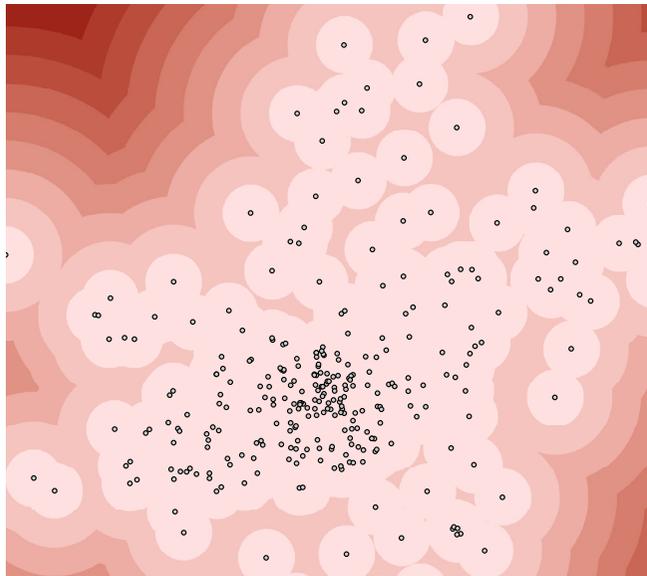


Fig. 41: Capa de distancia euclidiana Equipamientos Educativos. (Cevallos, 2019)

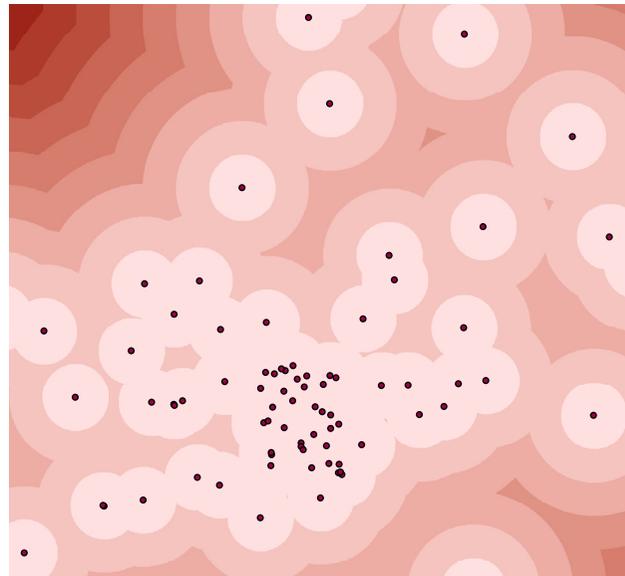


Fig. 42: Capa de distancia euclidiana Equipamientos de Salud. (Cevallos, 2019)



Fig. 43: Relieve topográfico de la ciudad de Cuenca. (Cevallos, 2019)

Para el parámetro de la pendiente de la ciudad de Cuenca se utiliza una herramienta distinta que para las otras variables "Euclidean Distance", en este caso a partir de una capa de topografía de la ciudad y utilizando la herramienta "Slope" con la configuración en porcentaje

nos permite determinar el perfil del relieve de Cuenca lo que a su vez posibilita conocer las zonas aptas para ubicar un equipamiento de emergencia de acuerdo a su topografía.

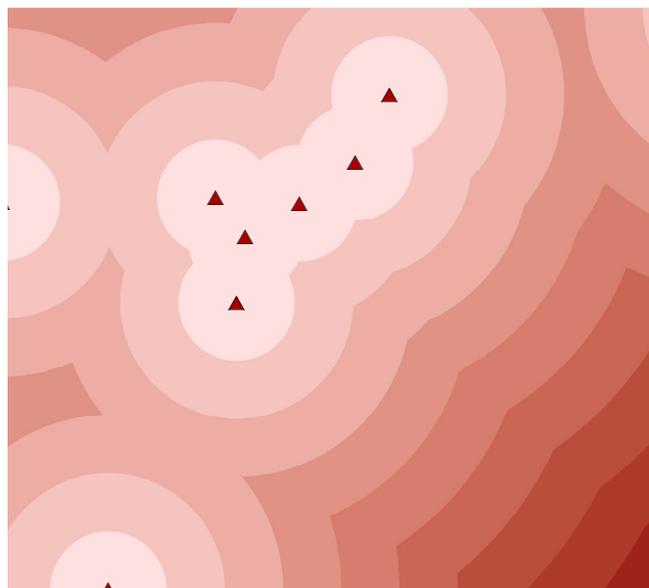


Fig. 44: Capa de distancia euclidiana de las Estaciones de Bomberos existentes. (Cevallos, 2019)

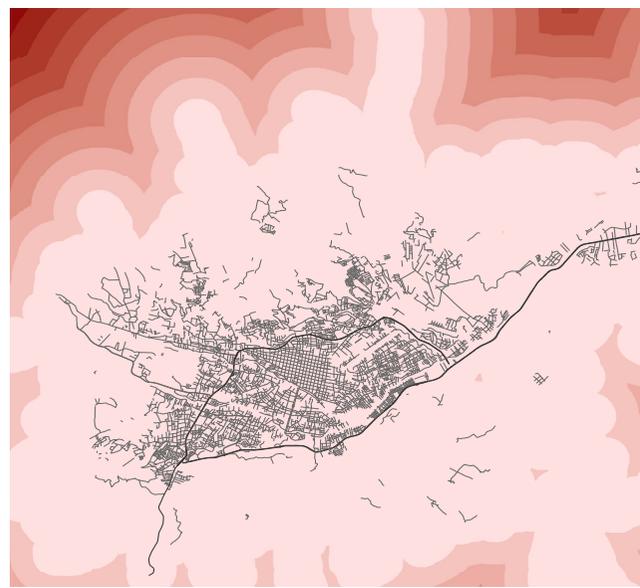


Fig. 45: Capa de distancia euclidiana de la Malla Vial. (Cevallos, 2019)



## Re-clasificación por parámetros.

A partir de los resultados obtenidos en el proceso anterior se realiza una reclasificación de cada uno de los parámetros que permitirán determinar los predios óptimos.

En este proceso se utiliza la herramienta "Reclassify" en la cual se asignarán las alternativas establecidas en la tabla dos para cada parámetro, para reclasificar se asigna un peso equivalente a 1 para los valores aptos,

un peso equivalente a 2 para valores moderadamente aptos y un peso equivalente a 3 para los valores no aptos, obteniendo los siguientes resultados.

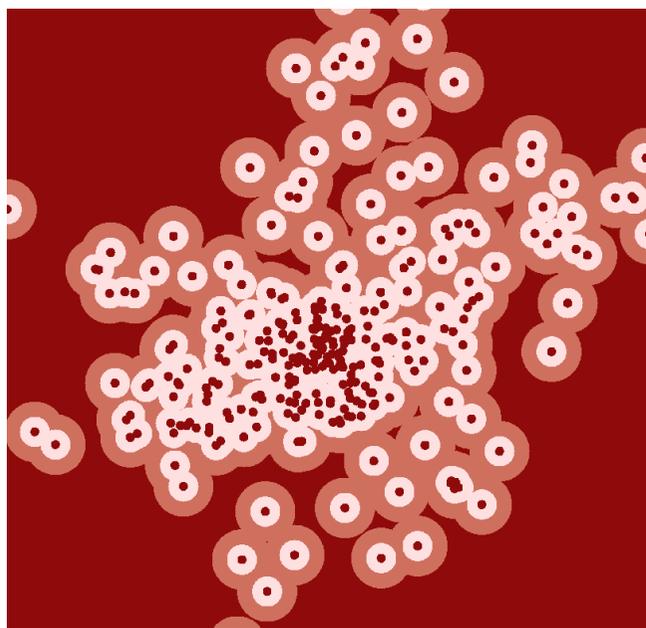


Fig. 46: Capa de re-clasificación de Equipamientos Educativos. (Cevallos, 2019)

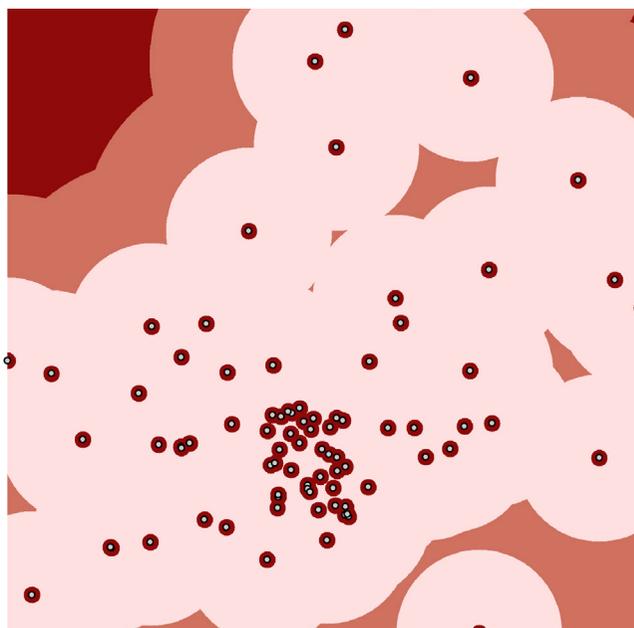


Fig. 47: Capa de re-clasificación de Equipamientos de Salud. (Cevallos, 2019)

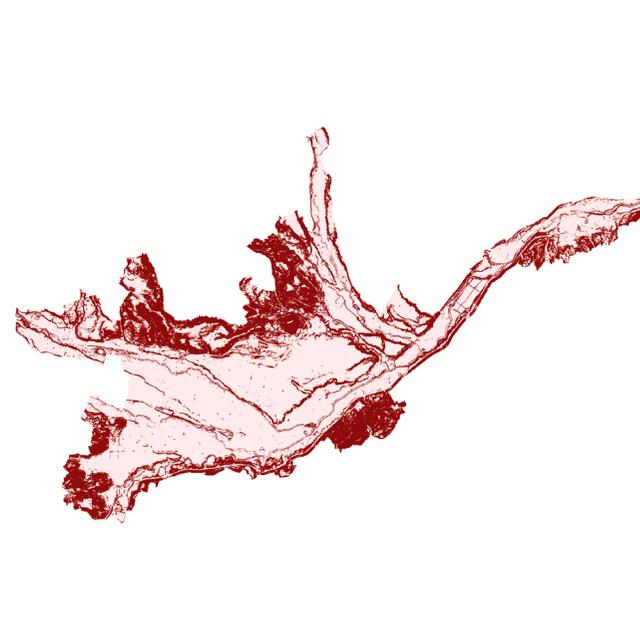


Fig. 48: Capa de re-clasificación de pendientes de la ciudad de Cuenca. (Cevallos, 2019)



Una vez que se obtiene la reclasificación de los cinco parámetros individualmente, se realiza una superposición de capas (Fig. 21) utilizando la herramienta "Weighted Overlay" en la cual se introducen los porcentajes de importancia de cada uno de los valores y su suma-

toria debe ser igual al 100%. Para la capa de distancia a la malla vial se aplica un porcentaje del 47%, para la capa de distancia a otra estación de bomberos un porcentaje de 27%, para la capa de distancia a la red hospitalaria un porcentaje de 15%, para la capa de dis-

tancia a centros de aglomeración o centros educativos un porcentaje de 7% y por último para la capa de la pendiente del terreno un porcentaje del 4% (Referirse a Tabla 07).

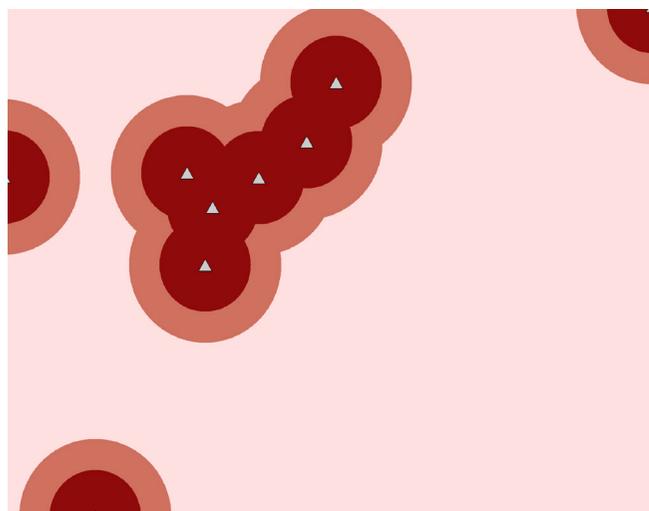


Fig. 49: Capa de re-clasificación de las Estaciones de Bomberos existentes. (Cevallos, 2019)

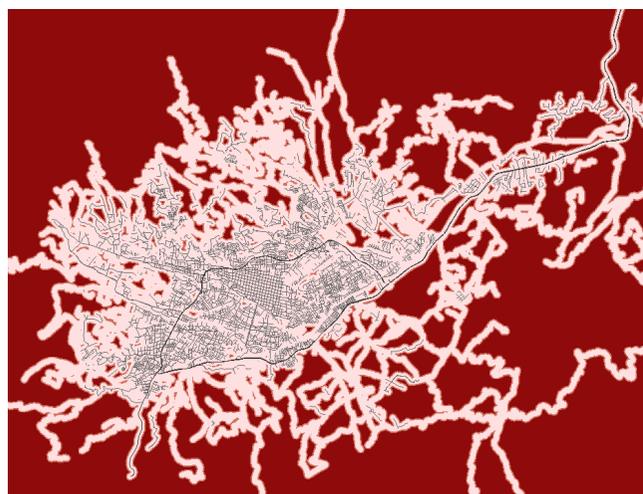


Fig. 50: Capa de re-clasificación de la Malla Vial. (Cevallos, 2019)

SIMBOLOGÍA

- Área apta
- Área moderadamente apta
- Área no apta

Superposición de capas según el peso de los parámetros analizados.

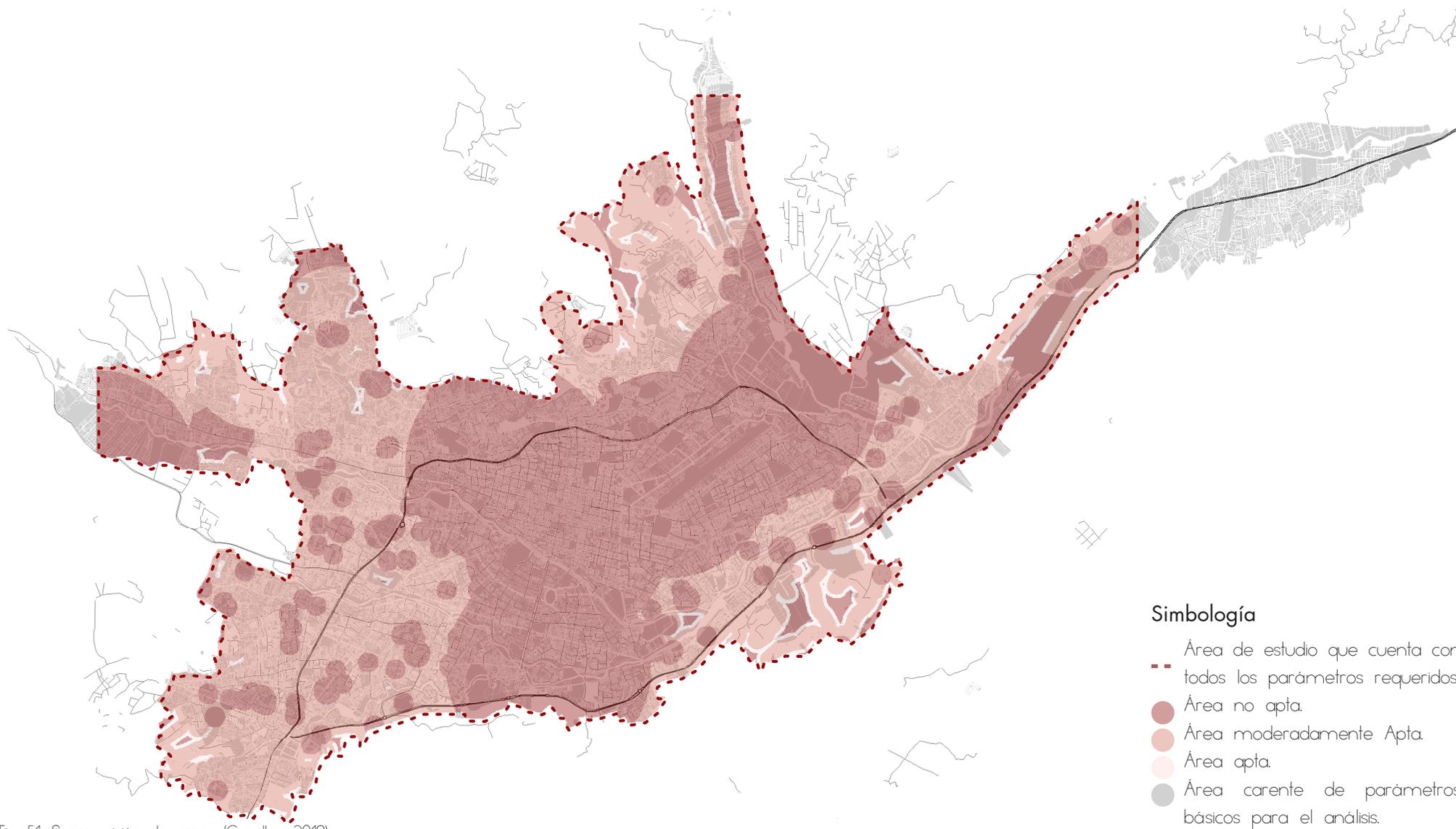


Fig. 51: Superposición de capas (Cevallos, 2019)



Mapa de resultados de predios.



**Simbología**

- Predios no aptos.
- Predios moderadamente Aptos.
- Predios aptos.
- Predios carentes de parámetros básicos para el análisis.

Fig. 52: Mapa Resultados Predios. (Cevallos, 2019)

Predios aptos para Estaciones de Bomberos con zonas de riesgo en la ciudad de Cuenca.

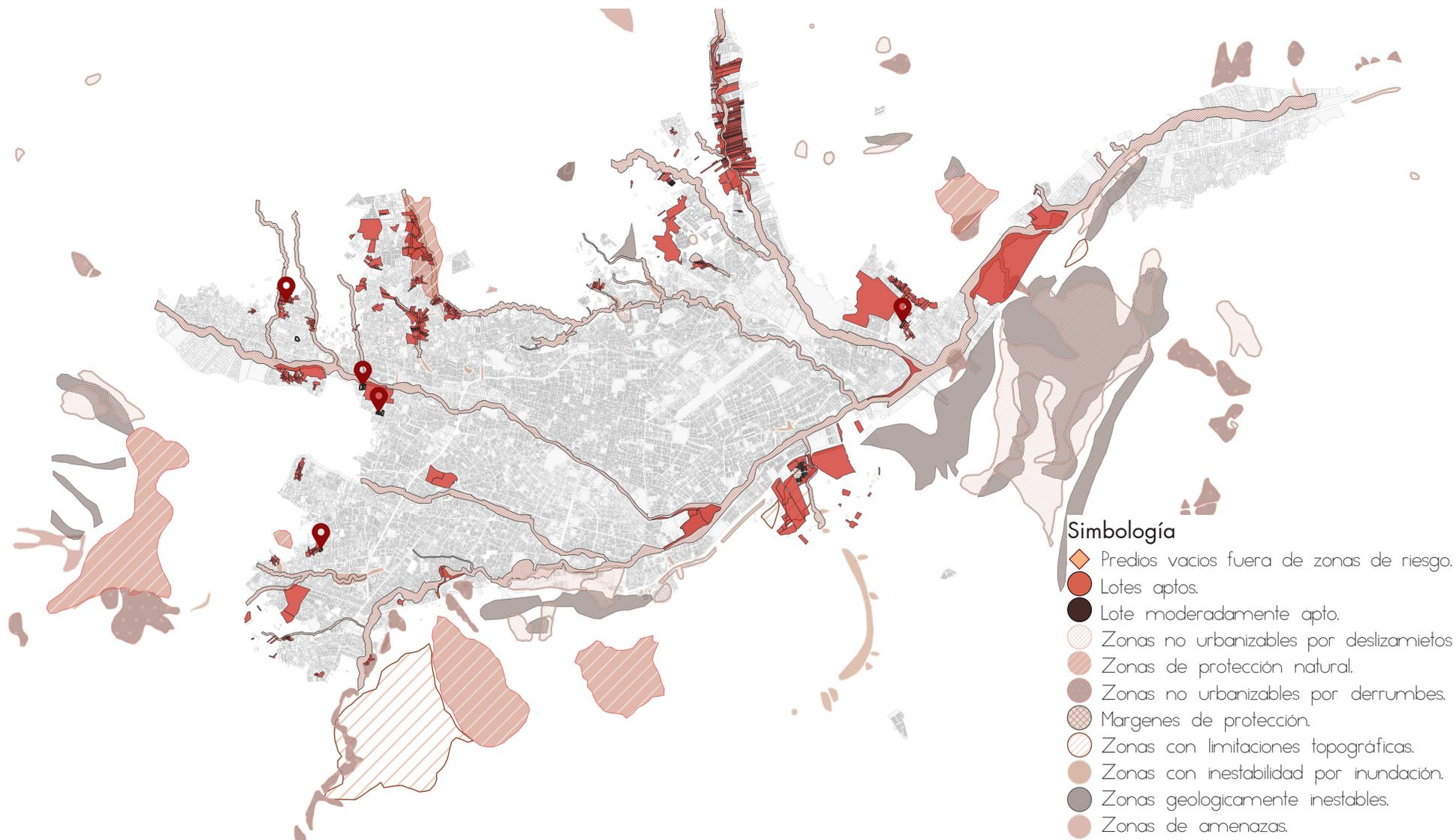
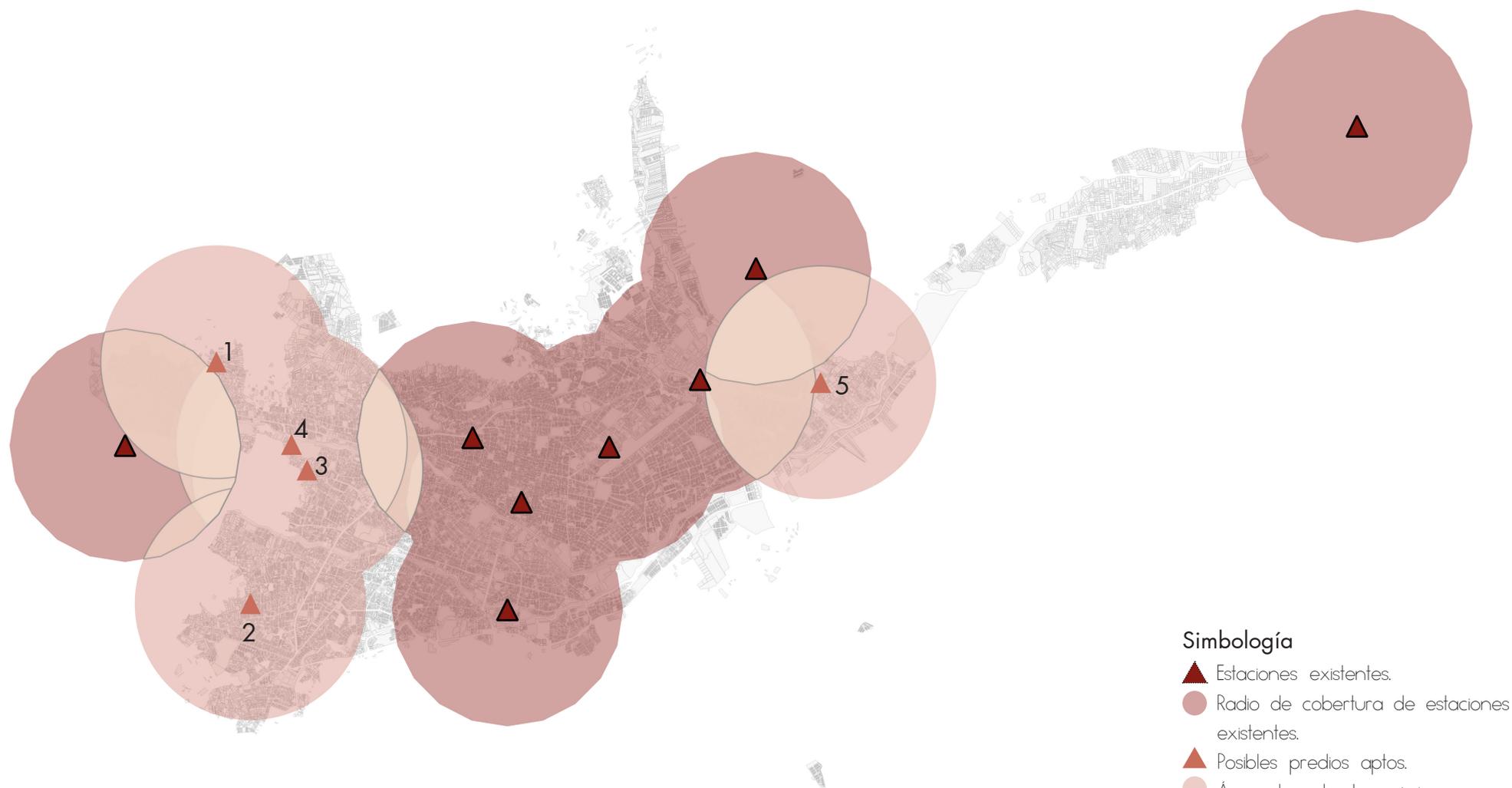


Fig. 53: Superposición de capas (Autoras, 2019)



Área de cobertura única y área de cobertura compartida.



**Simbología**

- ▲ Estaciones existentes.
- Radio de cobertura de estaciones existentes.
- ▲ Posibles predios aptos.
- Área de cobertura única.
- Área de cobertura compartida.

Fig. 54: Estaciones existentes y predios óptimos. (Autoras, 2019)

## Preselección de predios.

Los análisis previamente realizados, se han ejecutado con la información levantada a partir de los datos del Censo de Población y Vivienda (CPV) 2010. es por ello, que existen zonas en Cuenca, en donde no se cuenta con la totalidad de predios actuales. Por ende, se ha determinado lo siguiente:

Del total de predios aptos existentes en la ciudad de Cuenca se consideran únicamente aquellos que se encuentran vacíos, es decir, que no poseen ninguna clase de construcción. Se ha realizado la selección de las parcelas a partir de la observación de cada predio junto con la superposición de las zonas de riesgo y su respectiva comprobación en la "Ordenanza que Sanciona el Plan de Ordenamiento Territorial del Cantón Cuenca: Determinaciones para el Uso y Ocupación del Suelo Urbano".

Después de depurar la información de predios vacíos, se han determinado seis ubicaciones óptimas. En la figura 24 se muestran los radios de cobertura de las estaciones existentes, radios de cobertura de los lotes aptos seleccionados (2000m) y el área compartida

entre los mismos. Para realizar una subclasificación de las dos parcelas a ser utilizadas para las propuestas arquitectónicas, se considera el área de cobertura única y el área de cobertura que se compartiría con las estaciones existentes. Tomando como favorables aquellos predios que posibiliten atender a una mayor área de la ciudad carente de dicho servicio.

PREDIO	ÁREA RADIO DE INFLUENCIA	COBERTURA ÚNICA
Predio N°1	13,00 km <sup>2</sup>	8,62 km <sup>2</sup>
Predio N°2	13,00 km <sup>2</sup>	12,33 km <sup>2</sup>
Predio N°3	13,00 km <sup>2</sup>	6,61 km <sup>2</sup>
Predio N°4	13,00 km <sup>2</sup>	7,39 km <sup>2</sup>
Predio N°5	13,00 km <sup>2</sup>	6,68 km <sup>2</sup>

Tabla 08: Predios aptos. (Autoras, 2019)

Con las determinantes impuestas para la selección del lote, se puede considerar conveniente el uso del predio N°1 el cual proporciona cobertura a 8,62km<sup>2</sup> y el predio N°2 que ofrece una cobertura de 12,33km<sup>2</sup> del área urbana, siendo estos lotes aquellos que comparten la menor área de cobertura.



Fig. 55: Requerimientos en predios seleccionados. (Autoras, 2019)

Selección definitiva de predios.



Fig. 56: Selección definitiva de predios. (Autoras, 2019)

Se realiza una selección de nuevos lotes en base al análisis realizado previamente debido a la existencia de parámetros necesarios para la selección de lotes para equipamientos de bomberos, que no intervinieron dentro de la metodología aplicada, pero que, sin embargo, resultan fundamentales al momento de la ejecución del diseño de las mismas.

Dichos parámetros se basan en normativas internacionales donde se establece que las zonas a ser seleccionadas tienen que constar con servicios básicos, vías accesibles para los respectivos camiones de bomberos y una correcta disposición del lote para la ejecución de un diseño apropiado.

**Simbología**

- Predios seleccionados.
- Estaciones existentes.
- Posibles predios aptos.
- Área de cobertura lotes estaciones existentes.
- Área de cobertura lotes preseleccionados para nuevas estaciones.
- Nueva área de cobertura lotes definitivos.
- Área de cobertura compartida

Respetando los resultados evidenciados en la aplicación del método, se analizan predios próximos a los preseleccionados dentro del rango de lotes Aptos o moderadamente aptos. La variación de los lotes es la siguiente:

El predio N°1, escogido en primera instancia, se encuentra localizado en la calle de Las Brevas y calle de los Adobes, con un área de cobertura única de 8,62km<sup>2</sup>, sin embargo, el mismo carece de servicios básicos necesarios para la implementación de una nueva estación, así como la dificultad que tiene la vía para poder acceder al predio. En reemplazo del mismo, se opta por un predio ubicado en la Av. El Tejar y calle Del Yugo, con un área de cobertura única de 8,01km<sup>2</sup>. Este nuevo predio consta de mejores accesos y un área de 3576,12m<sup>2</sup>.

Se modifica también la ubicación del lote N°2 debido a las características de la vía ubicada al Oeste del lote. Esta permite el único acceso al predio que, a su vez, está dispuesto de forma horizontal y su frente no posibilita que se generen radios de giro adecuados en el diseño de una estación de bomberos, generando

## Predios seleccionados.

salidas conflictivas en momentos de emergencia e impidiendo que cada uno de los espacios se desarrollen de forma fluida. A su vez, estas características, dificultan que a futuro se pueda generar ampliaciones de acuerdo a los requerimientos de la estación.

Este lote se ubicaba en la calle Manuel Arturo de Cisneros y Camino Viejo a Baños, y la nueva parcela se ubica en la calle Cantón Buena Fé, entre la calle Primera Convención y Mariano Villalobos, con una variación en el área de cobertura de  $12,33\text{km}^2$  a  $12,76\text{km}^2$ , favoreciendo a la población. A pesar de que el metraje cuadrado del primer predio seleccionado ( $1873,20\text{m}^2$ ) cumple con los requisitos que determina la norma Venezolana, es la disposición del mismo y su vía de acceso lo que genera dificultades en el diseño y función de la estación. El área del nuevo lote tiene aproximadamente  $7182,28\text{m}^2$ .

La toma de cada una de estas decisiones se ha producido en base a pruebas y ejecuciones de cada zona, con el fin de obtener los mejores resultados en la actualidad y en un futuro.

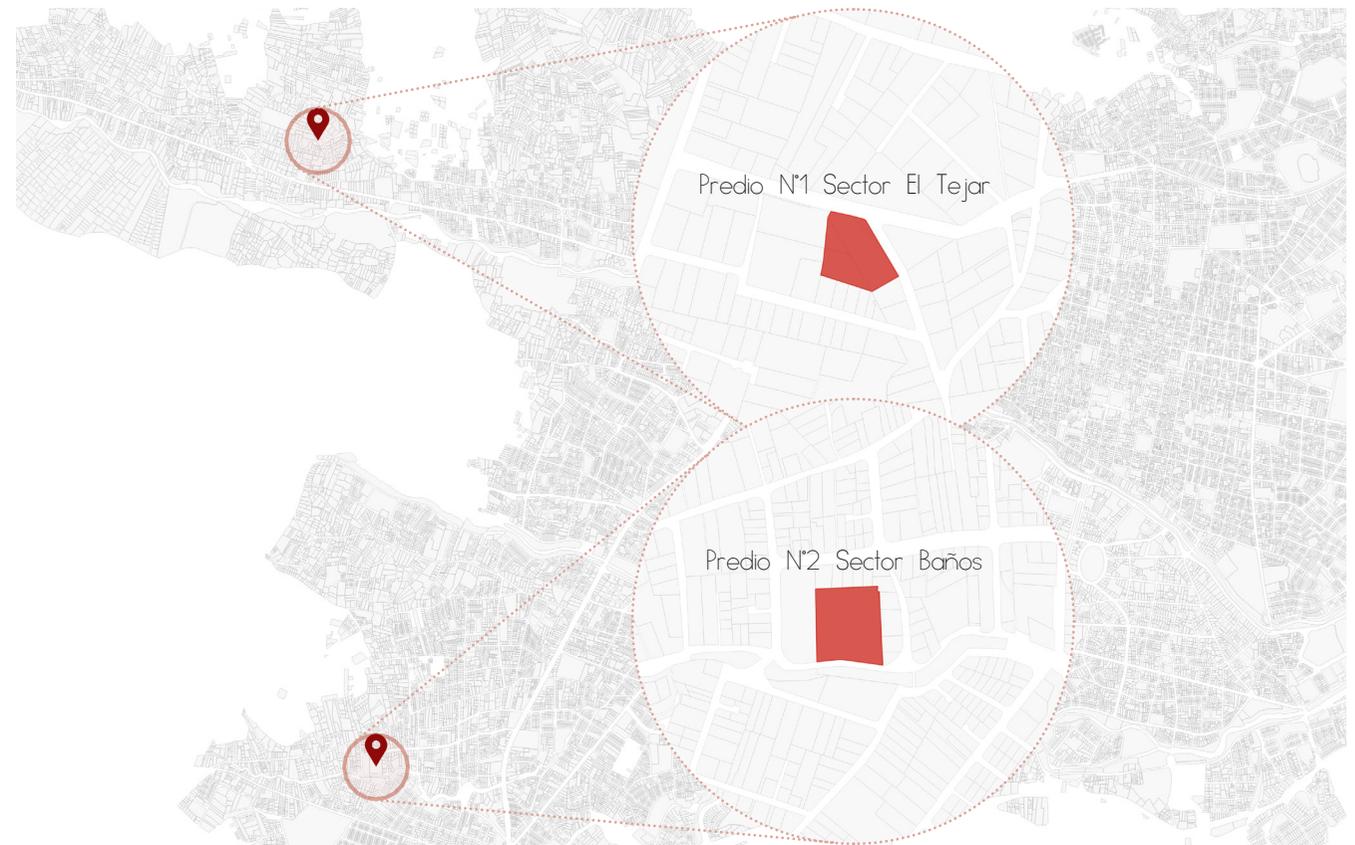
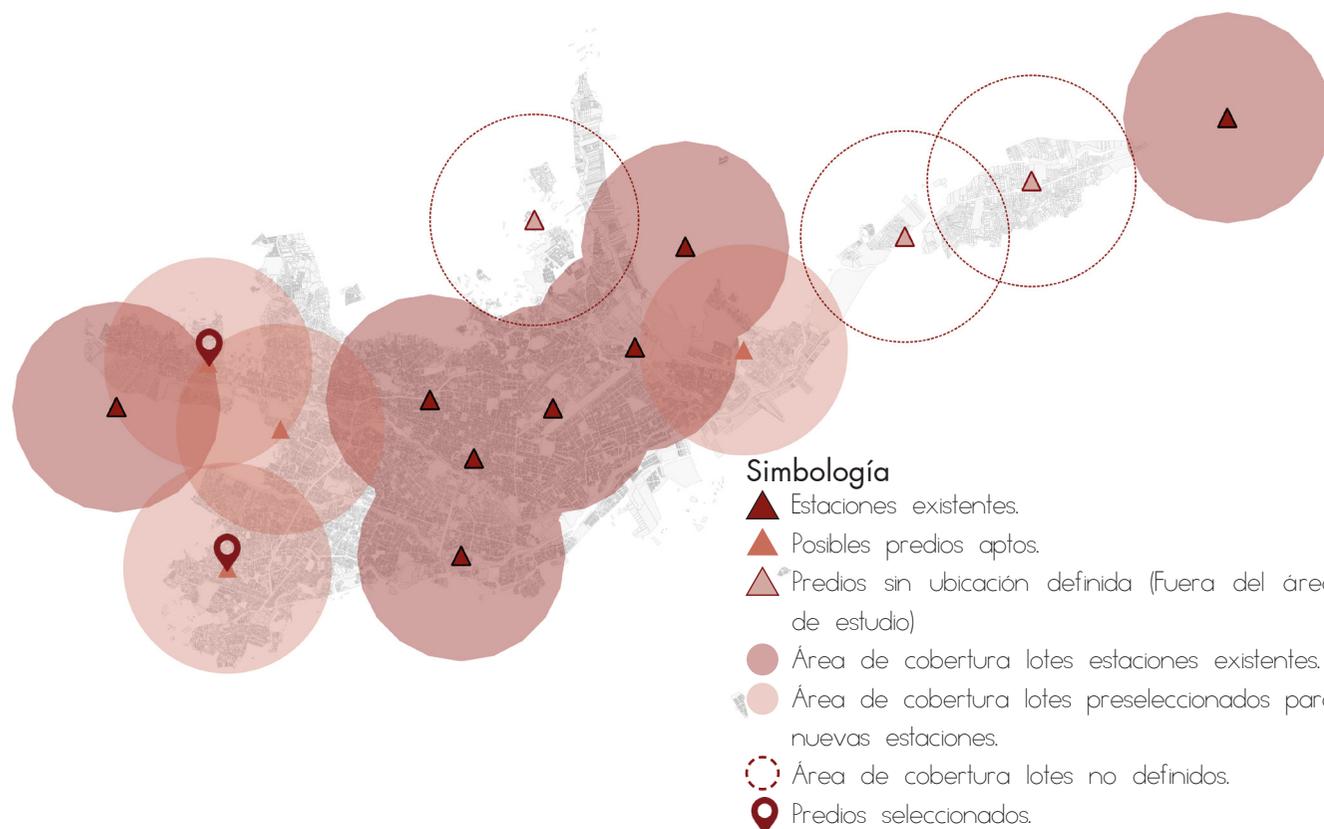


Fig. 57: Predio N°1 y Predio N°2 definitivos (Autoras, 2019)



Lugares adecuados de emplazamiento para futuras Estaciones de Bomberos.

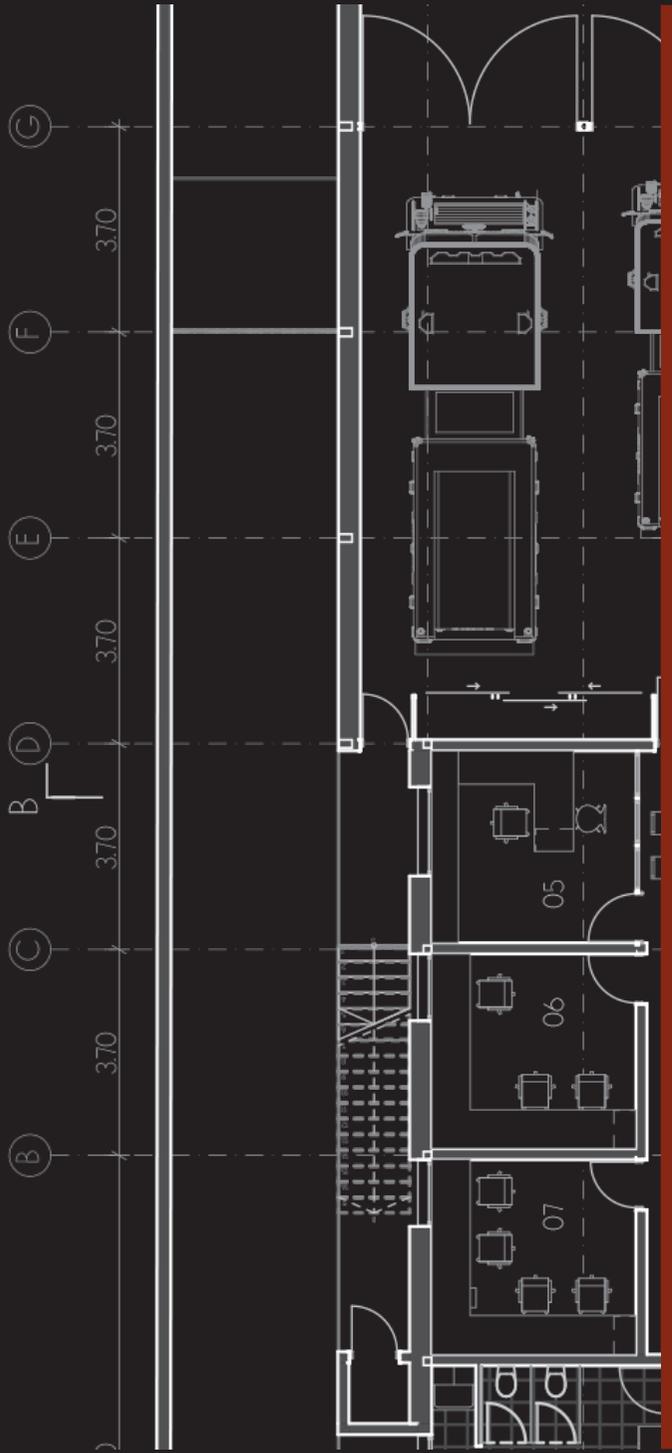


Para cubrir toda la ciudad con el servicio de estaciones de bomberos se plantea, por una parte, hacer uso de los predios preseleccionados, con la precaución de analizar a profundidad las características de cada predio para cumplir con los requerimientos y normativas necesarias.

En el caso de las zonas que se muestran de color gris con simbología de predios sin ubicación definida en la fig. 28, se muestran los lugares en donde es necesario el análisis de ubicaciones de dichos equipamientos. Esta zona se ha descartado dentro del análisis en la aplicación del método de proceso de jerarquización analítica debido a la carencia de equipamientos de salud cercanos a dichas zonas.

Para cubrir toda la ciudad de Cuenca, se requiere abastecer de infraestructura de salud con el fin de brindar tener mejores respuestas ante siniestros y por ende brindar un mejor servicio a la sociedad.

Fig. 58: Mapa cobertura total de estaciones de Bomberos en la ciudad de Cuenca. (Autoras, 2019)



# CAPITULO 3

Criterios de diseño para Estaciones de Bomberos





### 3.1 ANÁLISIS DE NORMATIVAS GENERALES PARA ESTACIONES DE BOMBEROS

Introducción.

Los equipamientos tienen como objetivo satisfacer diferentes necesidades que presenta la población y así contribuir a que la calidad de vida de la ciudad progrese (GAD, 2015). Los equipamientos de emergencia son los servicios públicos más críticos para una ciudad puesto que son los encargados de proteger y socorrer a la población durante catástrofes o emergencias (Yao et al., 2018).

Es indispensable analizar normativas y guías de diseño que determinan diferentes criterios, reglamentos y condicionantes que rigen el planteamiento arquitectónico de estaciones de bomberos, para así garantizar el correcto funcionamiento de los cuarteles bomberiles, permitiendo desarrollar las actividades necesarias para la favorable atención a emergencias.

El Ecuador no cuenta con una normativa propia para este ámbito, es por esto, que se analizan normativas internacionales y guías de diseño que han sido utilizadas por el BCBVC (Benemérito Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Cuenca) como la NFPA (National Fire Protection Association) y, normas que se manejan en medios

semejantes al nuestro, para analizar diferentes criterios arquitectónicos, de planeamiento, constructivos, de adecuación y restauración para estaciones de bomberos.

- Norma Venezolana (Fondonorma)
- Estandarización Nacional de los Bomberos de Chile
- Unified Facilities Criteria (Ufc) - Fire Stations
- Designers Guide - Firefighting operations emergency vehicle access guide
- National Fire Protection Association. (NFPA)

Las normas que se analizan son:

Se toma en cuenta la última versión de cada una de estas, y sus fechas de publicación son variables. Así mismo, dichos reglamentos se enfocan en diferentes ámbitos como el diseño arquitectónico, parámetros para los accesos que requieren los vehículos de emergencia y aspectos operativos que mejoran el desempeño del establecimiento.

El objetivo de este análisis es establecer parámetros comunes entre las diferentes normas estudiadas y criterios específicos de cada una de estas, aspectos diferentes que permitan que cada criterio se complemente, mas no se compare.

### 3.11 Normativa Venezolana (Fondonorma).

La norma venezolana tiene como objetivo establecer requisitos básicos de diseño para estaciones nuevas y para adecuaciones en estaciones existentes. La normativa analiza aspectos para la selección del sitio, criterios de organización y zonas funcionales, requisitos de diseño a nivel general, aspectos para el diseño funcional y criterios para la selección de materiales y mobiliario.

#### Selección del sitio

Según el programa que se establezca existen variantes para considerar en el diseño como número de estacionamientos o espacios requeridos para formación y entretenimiento. El área mínima depende del tipo de estación a implantar, en una estación principal el área es de 3500m<sup>2</sup>, mientras que en una subestación es de 600m<sup>2</sup>.

Existen características importantes a considerar como la topografía del sitio, crecimiento urbano, entrada y salida de los vehículos y dimensiones normadas para estos.

#### Criterios de organización y zonas funcionales

Según la norma venezolana existen tres categorías funcionales:

- **Zona de equipos y mantenimiento:** en esta área se establece el estacionamiento de los vehículos de emergencia y espacios destinados para mantenimiento de los mismos en el que se requiere espacio para repuestos, además se destina un sitio para suministros como extintores, almacenamiento de mangueras, equipos para protección respiratoria, equipos de protección, etc.
- **Zona administrativa y de entrenamiento:** espacios como oficinas, sala de comunicaciones y sesiones. Para entrenamiento se requieren aulas, áreas para realizar prácticas, etc.
- **Zona residencial:** en esta área se ubican los dormitorios, áreas de servicio como cocina y comedor, sala de estar, entre otros. Es fundamental que esta zona se encuentre apartada de la zona administrativa.

#### Requisitos de diseño

- **Acceso:** Verificar las dimensiones de las vías que permiten el acceso al predio de manera que los vehículos de emergencia puedan acceder al mismo. Establecer áreas de estacionamiento para el personal y para visitantes. La superficie de estos espacios debe ser



Fig. 59: Esquema de zonificación general. (FONDONORMA, 2009)

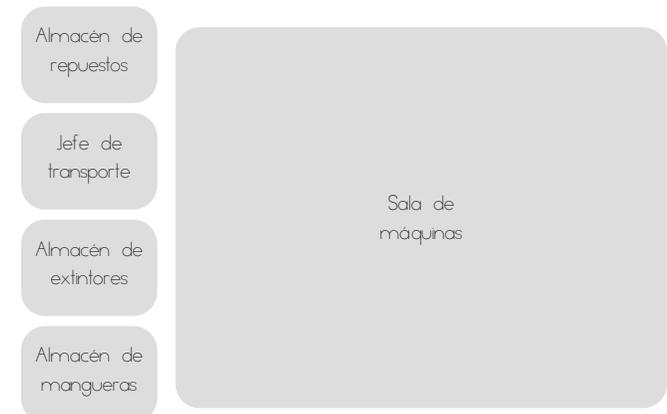


Fig. 60: Esquema de zonificación cuarto de máquinas. (FONDONORMA, 2009)

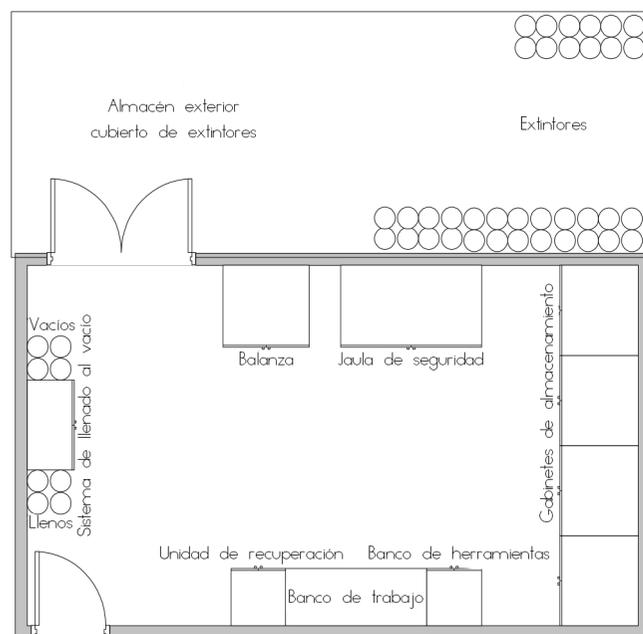


Fig. 61: Esquema cuarto de extintores. (FONDONORMA, 2009)

de asfalto o concreto.

- **Servicios:** el sitio debe poseer todos los servicios básicos como agua, electricidad, alcantarillado y telefonía.
- **Paisajismo:** es recomendable que los espacios exteriores no requieran mantenimiento constante y utilizar vegetación nativa.

### Diseño funcional

- **Uso y rendimiento:** la sala situacional debe estar diseñada para su máxima operatividad, la sala de radio debe poseer seguridad especial diseñada para mínimo seis trabajadores en estaciones principales y mínimo dos en subestaciones, el centro de respuestas debe albergar al menos ocho personas, además, debe existir una sala de telecomunicaciones. Para el área de entrenamiento debe existir salas destinadas para preparación física y teórica cada uno de estos debe contar con espacio suficiente para el desarrollo de dichas actividades.
- **Relación entre espacios:** Para las áreas privadas es indispensable contar con espacios para casilleros, vestuarios, duchas, cocina, alacena, comedor y lavandería. Debe existir conexión entre los dormitorios y el cuarto de máquinas, sin embargo, esta no debe ser directa.

Junto al estacionamiento se deben situar las zonas de mantenimiento y almacenamiento.

El área de cocina se debe ubicar de manera preferente con acceso externo y tendrá relación directa con el comedor y con la alacena. Los espacios de recreación pueden estar cerca pero no adyacentes.

La sala para entrenamiento físico no requiere conexión con las salas de preparación teórica, y a su vez no es indispensable la relación con el área de habitaciones.

### Materiales y mobiliario

- **General:** la selección de estos elementos debe realizarse según el mantenimiento que estos requieran y el ciclo de vida. Las texturas y colores deben complementar el diseño del inmueble. Es indispensable que los materiales cumplan con la normativa de cada espacio.
- **Colores:** se recomienda utilizar colores y texturas de manera que permitan distinguir los bloques funcionales (FONDONORMA, 2009).

## 3.1.2 Estandarización Nacional de Bomberos de Chile.

La estandarización Nacional de Bomberos de Chile busca ser incluyente en su normativa debido a que las realidades son diferentes para cada zona del país, tanto en aspectos ambientales como en las necesidades que presenta cada región. Incluye distintos ámbitos entre estos: regularizar los recursos físicos tanto en las estaciones como en los vehículos, los tipos de cuarteles, la capacitación y el servicio brindado a la comunidad.

Para homogeneizar los cuarteles se establece que se requiere una infraestructura que permita realizar las funciones, guarecer los vehículos de emergencia, que brinde el confort mínimo para el personal, además los cuarteles deben permitir que su operatividad continúe ante catástrofes naturales.

Se proponen cuatro tipologías de estaciones las mismas que se pueden ubicar en cualquier zona del país, la variación de estas tipologías es el área de construcción, aunque todas cumplen con el funcionamiento correcto. Cada establecimiento debe contar con el equipamiento indispensable para la atención de emergencias.

Se busca que las edificaciones sean autosuficientes y

sustentables para que puedan continuar con las labores durante desastres.

Para establecer los cuatro programas diferentes es necesario resaltar la importancia de la relación requerida entre áreas administrativas y los espacios para realizar guardias nocturnas además de lugares para los voluntarios que se interesan por realizar servicio comunitario.

### Tipologías

El primer cuartel cuenta con una superficie de 700m<sup>2</sup>, el programa se desarrolla en dos niveles, en el primero se ubican oficinas, sala de sesiones, bodegas, cuarto de máquinas, baños y recepción. En el segundo nivel se destinan las áreas como dormitorios, baños, salas de estar, salas de estudio, cocina y comedor.

La segunda y tercera tipología se resuelven en dos niveles y cuentan con un área de 520m<sup>2</sup> y 380m<sup>2</sup> respectivamente. Los programas de estas estaciones son similares al de la primera tipología diferenciándose por la capacidad de albergar voluntarios y menos oficinas para la parte administrativa.

TIPOLOGIA N°1					
PLANTA BAJA		m <sup>2</sup>	PLANTA ALTA		m <sup>2</sup>
· Hall de Recepción	52		· Hall	25	
· Sala de Máquinas	150		· Salas de estudio	19	
· Sala de Sesiones	95		· Sala de estar	32	
· Oficina N°1	15		· Guardia Nocturna	50	
· Oficina N°2	15		· Masc. (12 voluntarios)		
· Oficina N°3	15		· Guardia Nocturna		
· Baño N°1 y N°2	20		· Fem. (6 voluntarias)	15	
· Escalera	9		· Baño hombres	20	
· Pasillo	45		· Baño mujeres	9	
· Bodega	2		· Sala uso múltiple	10,7	
· Sala Tableros	2		· Depto. Cuartelero	65	
· Bodega de material menor	16				
· Estación transferencia	16				
<b>AREA TOTAL:</b>			<b>697,70 m<sup>2</sup></b>		

Tabla 09: Programa de tipología N°1 de la norma chilena. (Alvear & Martín, 2012)



TIPOLOGÍA N°2 Y N°3						
PLANTA BAJA		m <sup>2</sup>	PLANTA ALTA		m <sup>2</sup>	
· Recepción	50	· Circulación	38			
· Sala de Maquinas	90	· Salas de estudio	11			
· Sala de Sesiones	82	· Sala de estar	26			
· Oficinas	49	· Guardia Nocturna	24			
· Baño N°1 y N°2	33	· Masc. (4-6 voluntarios)				
· Bodega	2,5	· Guardia Nocturna	17			
· Sala Tableros	2,23	· Fem. (4 voluntarias)				
· Bodega de material menor	12	· Baño hombres	12			
· Estación transferencia	12	· Baño mujeres	10			
		· Depto. Cuartelero	62			
AREA TOTAL:		532,73 m <sup>2</sup>				
TIPOLOGÍA N°4						
PLANTA BAJA		m <sup>2</sup>	PLANTA BAJA			m <sup>2</sup>
· Hall de Recepción	32	· Baño N°1 y N°2	25			
· Sala de Maquinas	82	· Sala Tablero	8			
· Sala de Sesiones	40	· Bodega	4			
· Oficinas	13	· Estación transferencia	4			
AREA TOTAL:		208,00 m <sup>2</sup>				

Tabla 10-11: Programa de tipología N°2 y N°3 de la norma chilena. (Alvear & Martin, 2012)

La cuarta tipología se resuelve en un solo nivel y posee 210m<sup>2</sup>, el programa de este cuartel consta de recepción, sala de máquinas, sala de sesiones, 1 o 2 oficinas, baños, bodegas y lavandería.

Las diferentes tipologías están diseñadas de manera que se puedan acoplar a la zona del país en la que se emplacen permitiendo modificaciones necesarias. Se debe determinar el tipo de cuartel que se requiere según parámetros físico-sociales y la capacidad que requiere el cuartel para cumplir las necesidades.

DETERMINACIÓN DE TIPO DE CUARTEL	
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTACIÓN	PARÁMETROS FÍSICO-SOCIALES
· Número de voluntarios	· Proyección local
· Número de bomberos permanentes	· Número de habitantes
· Cuarteleros	· Dimensiones de la ciudad
· Cantidad de material mayor	· Número de viviendas
· Especialidad del cuartel	

Tabla 12: Determinación tipo de cuartel. (Alvear & Martin, 2012)

### Equipamiento

Para el cuartel tipo N°1 se requieren paneles solares, conexiones eléctricas para carros y un generador de mínimo 10kva, al igual que purificador de agua. Para los tipos N°2 y N°3 serán los mismos requerimientos exceptuando el purificador de agua. Y para el tipo de estación N°4 el generador mínimo de 5kva (Alvear & Martin, 2012).

### 3.13 Unified Facilities Criteria (Ufc) Fire Stations.

La normativa del Departamento de Defensa de Los Estados Unidos proporciona criterios para planificación, diseño, construcción, restauración y modernización. Establece tipologías de estaciones en donde proporciona pautas para conexiones, además de criterios generales para el diseño y específicos para brindar solución a distintos espacios puntuales dentro de una estación.

#### Tipologías

Los tres tipos de estaciones que se plantean en esta normativa son:

- **Estaciones principales:** estación en la que labora el Coronel del Cuerpo de Bomberos y se encuentran las actividades administrativas.
- **Estaciones satélites:** aquellas estaciones que se establecen para dar cobertura en el tiempo adecuado, normalmente existen varias de estas para cubrir el servicio requerido en una ciudad o zona.
- **Grandes estaciones centrales:** estas estaciones por lo general se establecen en zonas que no cuentan con estaciones satélites

#### Tipos de espacios

Se clasifican en tres tipos de áreas para funciones:

- **Área de mantenimiento y equipos:** se refiere al estacionamiento de los vehículos que además dispone de espacio para mantenimiento de los mismo. También incluye en esta categoría el área destinada para equipos de protección, extintores, equipos de respiración autónoma, etc.
- **Área administrativa y de entrenamiento:** oficinas para el personal administrativo, despacho para los jefes y espacios destinados para preparación del personal.
- **Área residencial:** espacio designado a las habitaciones del personal y zonas de servicio como cocina, baños, lavandería, además del área de recreación.

#### Conexiones

Para una correcta respuesta a emergencias es fundamental el factor tiempo-respuesta, por ende es indispensable el funcionamiento adecuado de los espacios en una estación. La conexión entre el área residencial debe permitir fácil acceso al cuarto de máquinas. Es preferible que el área administrativa sea independiente del área residencial o de ser el caso estar conectadas a través de pasillos más no de forma directa.

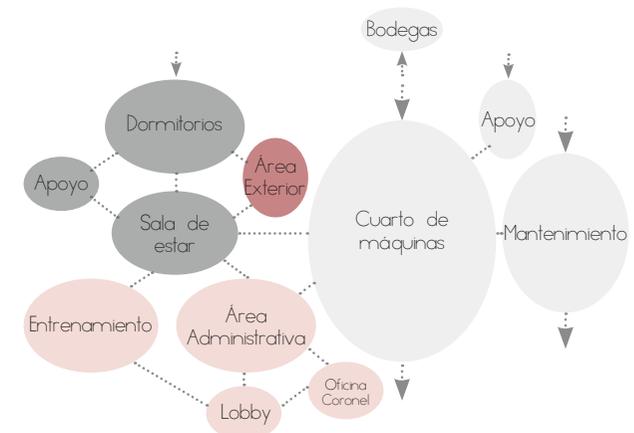


Fig. 62: Organigramá funcional. (Department of defense, 2006)



Fig. 63: Zonificación estación satélite. (Department of defense, 2006)

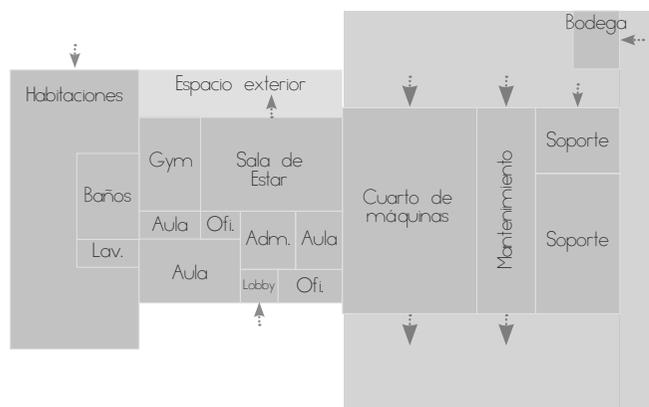


Fig. 64: Zonificación estación principal. (Department of defense, 2006)

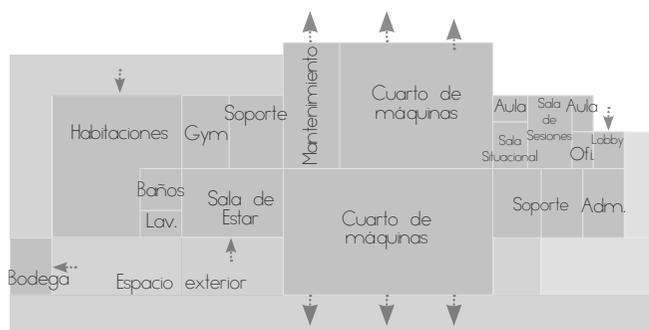


Fig. 65: Zonificación estación central. (Department of defense, 2006)

### Criterios de diseño generales

- **Materiales:** se debe considerar las condiciones climáticas para seleccionar el sistema constructivo y los acabados.

- **Diseño exterior:** tomar en cuenta la localización y el entorno en el que se emplaza. Es importante que la entrada a la estación se distinga de manera sencilla tanto para el acceso de los vehículos de emergencia como para los visitantes. Los acabados de esta zona deben tener durabilidad y requerir poco mantenimiento. Para la decoración de los jardines se recomienda utilizar especies que no evidencien los cambios estacionales y que no requieran mucho cuidado.

- **Diseño interior:** para el área privada es fundamental que se mantenga una apariencia residencial más no institucional. Es indispensable que los materiales utilizados sean perdurables debido a que la infraestructura se utiliza durante las 24 horas del día durante los siete días de la semana, de igual manera el mobiliario fijo como casilleros debe ser concebido con los mismos principios.

- **Diseño sustentable:** se debe promover que el consumo energético sea el mínimo, logrando esto a través de correcto emplazamiento en el sitio, además,

considerar la posibilidad de utilizar sistemas de energía renovable.

### Criterios de diseño específicos

- **Cuarto de máquinas:** debe estar diseñado para los vehículos de emergencia más grandes y cada espacio debe incluir compresores de aire, agua fría y caliente e iluminación, la altura mínima requerida es de 4,26m.

- **Mantenimiento:** se debe destinar una superficie para mantenimiento de los vehículos y debe permitir el almacenaje de llantas y repuestos.

- **Almacenamiento de equipos:** para el almacenamiento de equipos de protección (PPE) es indispensable que los casilleros permitan ventilación y exista suficiente espacio frente a cada uno de estos para que el acceso resulte fácil durante las emergencias, prever instalaciones que permitan evacuar emisión de gases. También es necesario un cuarto para equipos de protección extras. Se requiere área para almacenaje de mangueras en bastidores fijos o móviles. Para las provisiones médicas se necesitan estanterías en un espacio independiente. Además, debe existir un cuarto para depósito de extintores. La altura mínima para los

espacios de almacenamiento es de 2,40.

- **Lavandería de equipos de protección:** debe ser diseñada para lavadoras y secadoras industriales de manera que permita la limpieza de los equipos de protección. Por cada dos lavadoras debe existir una secadora.
- **Sala situacional:** oficina en donde se reciben todas las emergencias, el espacio precisa de dimensiones adecuadas para la colocación de monitores de seguridad a utilizarse durante las 24 horas del día.
- **Despacho:** es la oficina desde la que se asignan las emergencias a las diferentes emergencias recibidas.
- **Oficinas de jefes de bomberos:** no debe existir en todas las estaciones, de ser necesaria se debe comunicar con las demás oficinas administrativas.
- **Oficinas:** deben contar con el espacio mínimo para el desarrollo de actividades administrativas, el número de oficinas será de acuerdo al programa de cada estación.
- **Vestíbulo:** debe estar junto al área administrativa y se debe identificar desde el exterior.
- **Preparación del personal:** el cuarto de entrenamiento debe albergar a todo el personal de la estación

para capacitaciones, también la estación debe contar con aulas de estudio.

- **Cuarto de telecomunicaciones:** se debe instalar un data center y equipos de comunicación.
- Área de servicios:** cuenta con área para cocina, despensa, comedor y salas de estar, estos espacios deben permitir reuniones matutinas entre el personal.
- **Habitaciones:** las habitaciones se compartirán entre al menos dos bomberos, deben contar con casilleros individuales y escritorios.
  - **Baños:** deben incluir vestidores, duchas, servicios higiénicos y casilleros.
  - **Gimnasio:** debe tener las máquinas necesarias para el entrenamiento físico del personal.
  - **Lavandería:** para uso del personal permanente la cual debe contar con lavadoras, secadoras, y una mesa desplegable.
  - **Sala de entretenimiento:** espacio en el que se destinan juegos de mesa o videojuegos, debe estar junto a la sala de estar.
  - **Espacio exterior:** esta área debe ser un patio o barbacoa de estilo residencial para recreación del personal (Department of defense, 2006).

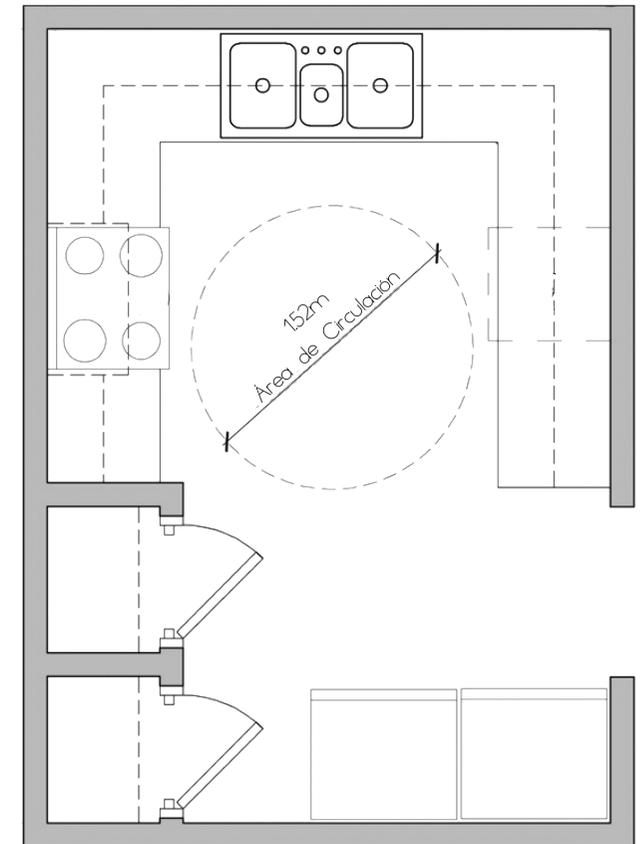


Fig. 66: Esquema cocina. (Department of defense, 2006)

3.14 Designers Guide - Firefighting operation emergency vehicle access guide.

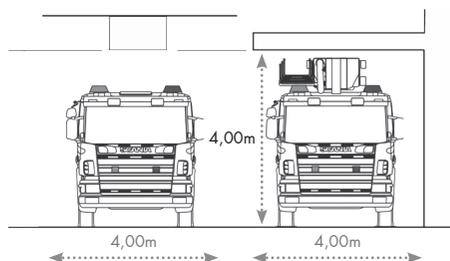


Fig. 67: Esquema dimensiones min. (Department of defense, 2006)

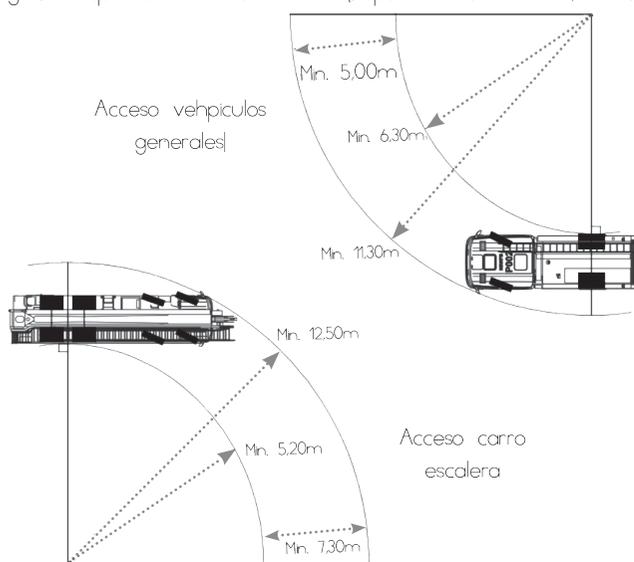


Fig. 68: Esquema radios de giro. (Department of defense, 2006)

La guía de diseño para accesos de Nueva Zelanda detalla los requerimientos para las vías por las que pueden ingresar los vehículos de emergencia. Según la guía de diseño la atención de las emergencias es más eficiente si es que el acceso es claro. Existen diferentes tipos de vehículos de emergencia, los cuales están diseñados para trabajos específicos.

menor a 5,00m para los vehículos generales y 7,30m para los carros escaleras. El radio mínimo necesario para realizar un giro de retorno no debe ser menor a 11,30m para vehículos generales y 12,50 para carros escaleras.

La altura mínima de la estructura debe ser de 4,00m libres.

PARÁMETROS BÁSICOS DE LOS VEHÍCULOS

- Peso : 25t
- Longitud máxima : 12,60m
- Ancho máximo : 2,50m
- Altura mínima necesaria : 4,00m

Tabla 13: Parámetros básicos de los vehículos. (Department of defense, 2006)

Rampas de acceso

Es preferible que las rampas tengan entre 1:8 y 1:5 de pendiente. Si es que la rampa es circular la pendiente no debe ser mayor a 1:10, midiéndose desde el centro. Las rampas deben tener una transición entre la rampa principal y la entrada.

Requerimientos en los accesos

Los carriles de las vías deben tener un ancho mínimo requerido para el fácil acceso y egreso de los vehículos.

Las secciones viales de las curvas deben tener un radio interno mínimo de 6,30m y un radio exterior mínimo de 11,30m y la distancia entre estos no debe ser

### 3.15 National Fire Protection Association (NFPA).

La Asociación Nacional de Protección contra el Fuego tiene como objetivo el promover en todo el mundo la utilización de normativas tanto para construcción de edificios como para atención de las diferentes emergencias.

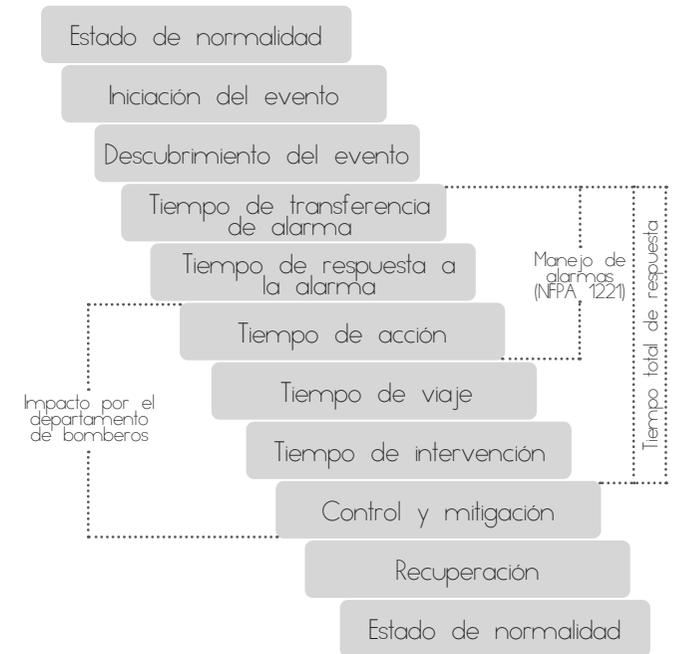
La norma NFPA 220 - Estándar de tipos de construcción, hace referencia a los materiales que se deben utilizar en las diferentes obras para prevenir incendios. Se determinan dos grupos de construcción, el grupo N°1 son aquellos en los que los materiales tanto estructurales como constructivos deben ser componentes no combustibles o de combustión limitada. Mientras que en las construcciones del grupo N°2 las paredes exteriores y elementos estructurales deben ser construidas con materiales no combustibles o de combustión limitada. Para los elementos estructurales el índice de no debe ser menor de una hora.

Para estos tipos de construcción se especifica que las plataformas permanentes de una edificación deben ser no combustibles o de combustión limitada y si es que el espacio debajo de estas se diseña para ser utilizado

para almacenamiento el piso de este debe ser un material que resista al fuego durante al menos una hora. Si es que las plataformas tienen recubrimiento de madera estas deben contar con una capa de tratamiento retardante.

Si las columnas son de madera no deben tener dimensiones menores a 205mm y si solo soportan la cubierta no menos de 150mm x 205mm. Las vigas de madera deben tener una sección de al menos 150mm x 255mm y si es que solo soportan la cubierta deben tener como dimensión mínima de 100mm x 150mm (NFPA, 2018).

Los elementos estructurales tales como muros de carga requieren que las paredes divisorias adjuntas tengan una resistencia al fuego de al menos 1 hora, que los elementos estructurales no sirvan como perimetros de salida y que exista protección vertical para las salidas. Hay que tener mayor precaución con las cargas de arcos, vigas y cerchas estructurales que tienen conexión directa con columnas y que son esenciales para la estabilidad de toda la edificación. Estas deben tener una



“Si las alarmas se reciben directamente en la central de comunicaciones del departamento de bomberos y no se transfiere desde PSAP (Public Safety Answering Point), el tiempo de transferencia es cero.

Fig. 69: Esquema (NFPA, 2017)

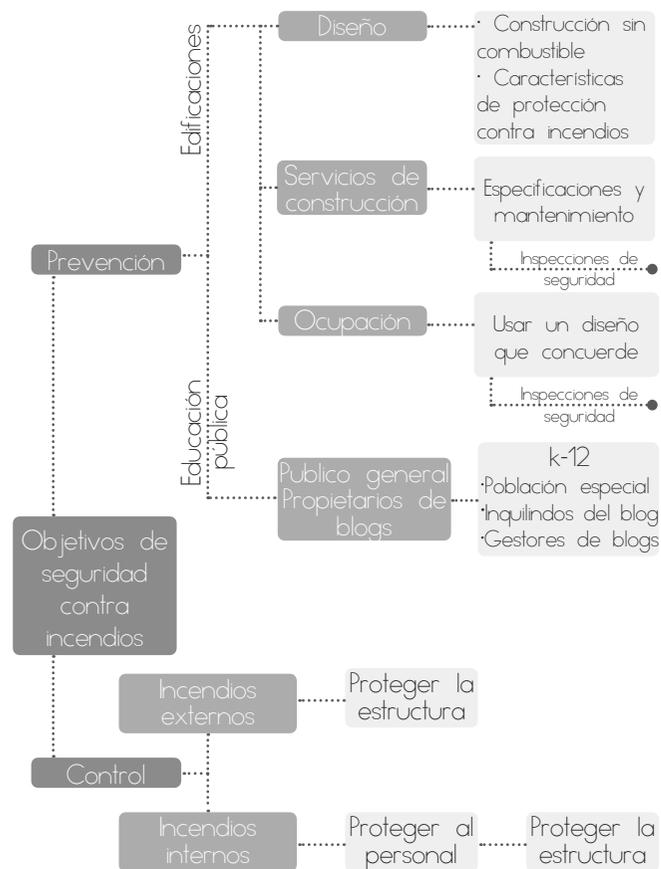


Fig. 70: Esquema. (NFPA, 2017)

resistencia al fuego no menor a la resistencia que poseen las columnas a las cuales están conectadas. Dichos elementos deben tener la capacidad de soportar más de dos plantas, un primer piso y un piso de cubierta. Un muro portante debe resistir más de dos pisos de altura y cada elemento tiene que estar debidamente protegido en su totalidad con materiales que sean resistentes al fuego.

Adicionalmente a los requerimientos antes mencionados, las columnas deben cumplir los siguientes requisitos: la columna completa incluyendo sus conexiones a vigas o cerchas deben estar protegidas de forma individual. Sin embargo, en caso de que la columna se extienda hasta la losa superior es necesario la protección continua desde la parte inicial de la losa a través de la columna hasta el final de la misma.

Por otro lado, en cuanto a los tiempos de respuesta en atención a emergencias, la NFPA 1710 divide los mismos obedeciendo a los objetivos a cumplirse dentro de dicha emergencia:

- **Respuesta a la llamada de emergencia:** 15-40 seg.

- **Procesamiento de alarma:** 64-106 seg.
- **Tiempo de asistencia:** 60-80 seg.
- **Primera llegada a la escena de emergencia:** 240 seg.

Se indica que el tiempo de transferencia de las llamadas de emergencia es cero si es que cada estación cuenta con una central de comunicaciones, lo que permite tener un mejor tiempo de respuesta.

Según la NFPA 1710 el peligro se divide en 3 niveles, entre estos se encuentran riesgo bajo, medio y alto, dependiendo de viviendas unifamiliares residenciales; apartamentos y centros comerciales; y edificios en altura, respectivamente. A su vez, existen parámetros de selección de la cantidad mínima de servicio que se requiere dependiendo del tipo de emergencia que se presente:

- **Peligro bajo:** se requiere una cantidad mínima de 15 bomberos.
- **Peligro medio:** se requiere una cantidad mínima de 28 Bomberos.
- **Peligro alto:** se requiere una cantidad mínima de 43 bomberos (NFPA Standard 1710).

## 3.2 ANÁLISIS DE CASOS DE ESTUDIO

La metodología a utilizarse para el análisis de casos de estudio parte de un análisis cualitativo, en el cual se busca, a partir del estudio de diferentes propuestas arquitectónicas, determinar los principales parámetros de intervención para el desarrollo de estaciones de bomberos (Carazo, 2006).

### Selección de muestras

Para definir las muestras primero es fundamental determinar los objetivos de analizar los casos de estudio:

### Objetivos

- Obtener estrategias de diseño para estaciones de bomberos.
- Analizar aspectos positivos y negativos en obras construidas.
- Comparar parámetros de diseño en zonas geográficas diferentes.

Una vez establecidos los mismos se pueden considerar los siguientes factores para elegir las muestras que se estudiarán:

- Zona geográfica

- Área temática
- Tamaño
- Cobertura y alcance
- Modo de intervenir
- Resultados e impacto

Si es que se decide estudiar dos o más muestras es necesario establecer si los casos deben poseer propiedades similares o diferentes. Otro aspecto a tomar en cuenta es la información de los mismos a la que se tiene acceso (Stott & Ramil, 2014).

### Consideraciones

Para el desarrollo de la investigación se estudiarán tres muestras y es fundamental para cumplir con los objetivos establecidos que las propiedades de las mismas sean diferentes. Además, es importante tener acceso a información específica como ubicación, plantas, elevaciones, secciones e imágenes que permitan desarrollar un estudio completo de la obra, los cuales se desarrollarán a través de redibujos y esquemas que permitirán llegar a obtener conclusiones sobre el diseño tanto formal como funcional de las mismas.



Universo de casos de estudio.

Se genera un universo de selección de casos considerando varias obras arquitectónicas con distintas características:

N°	UNIVERSO DE CASOS DE ESTUDIO	DISEÑO
01	· Parque de Bomberos de Mataró en Barcelona - España.	Jordi Farrando
02	· Estación de Bomberos N°5 en Levis - Canadá.	STGM Architects CCM2
03	· Estación de Bomberos en la ciudad de Antwerp - Bélgica.	Hub
04	· 5ta Compañía Cuerpo de Bomberos de Concepción en Chile.	Andreu Arquitectos
05	· Estación La Rosa de Vierschach en Tirol - Italia.	Pedevilla Architects
06	· Estación de Bomberos Da-Yo en Taoyuan City, Taiwán.	K-Architect
07	· Estación de Bomberos en valle Chamonix-Mont Blanc, Chamonix - Francia.	Studio Gardoni Architectures
08	· Estación de Bomberos de Santo Tirso, Santo Tirso - Portugal.	Alvaro Siza
09	· Estación de Bomberos de Guizhou, en Guían New District, China.	West - line Studio
10	· Estación de bomberos Waterford en Irlanda.	Mccullough Mulvin Architects
11	· Estación de bomberos de Metzeral en Francia.	Loic Picquet Architecte
12	· Centro de Control de Desastres del Cuerpo de Bomberos de la Ciudad de Minamisoma.	Tetsuo Kobori Architects + Nagayama Architect Office
13	· Estación de Bomberos Club House en Gnedenwald - Austria.	Gsottbauer architektur.werkstatt
14	· Brandon Firehall No. 1 en Manitoba - Canadá.	Cibinel Architects
15	· Muntjuic Fire Station en Barcelona - España	Manuel Ruisánchez
16	· Estación de bomberos en Durtmund - Alemania	Niederberghaus & Partner GmbH

Tabla 14: Universo para selección de casos de estudio. (Autoras, 2019)

## Clasificación de casos de Estudio

Del universo de casos, se realiza una clasificación de aquellos casos que cumplen con los aspectos requeridos para la realización de los respectivos análisis:

N°	UNIVERSO DE CASOS DE ESTUDIO	Suficiente información	Emplazamiento en una zona urbana	Área de construcción entre 600m <sup>2</sup> -3500m <sup>2</sup>	ESTACIONES SELECCIONADAS
01	· Parque de Bomberos de Mataró en Barcelona - España.		x	x	
02	· Estación de Bomberos N°5 en Levis - Canadá.			x	
03	· Estación de Bomberos en la ciudad de Antwerp - Bélgica.		x	x	
04	· 5ta Compañía Cuerpo de Bomberos de Concepción en Chile.	x	x	x	x
05	· Estación La Rosa de Vierschach en Tirol - Italia.			x	
06	· Estación de Bomberos Da-Yo en Taoyuan City, Taiwán.		x		
07	· Estación de Bomberos en valle Chamonix-Mont Blanc, Chamonix - Francia.	x	x	x	
08	· Estación de Bomberos de Santo Tirso, Santo Tirso - Portugal.	x	x	x	x
09	· Estación de Bomberos de Guizhou, en Guian New District, China.	x	x		
10	· Estación de bomberos Waterford en Irlanda.	x	x		
11	· Estación de bomberos de Metzeral en Fracia.	x	x		x
12	· Centro de Control de Desastres del Cuerpo de Bomberos de la Ciudad de Minamisoma.	x	x	x	x
13	· Estación de Bomberos Club House en Gnedenwald - Austria.	x	x	x	x
14	· Brandon Firehall No. 1 en Manitoba - Canadá.	x	x	x	x
15	· Muntjuic Fire Station en Barcelona - España		x	x	
16	· Estación de bomberos en Durtmund - Alemania		x		

Tabla 15: Universo para selección de casos de estudio. (Autoras, 2019)



En la selección de los casos de estudio se ha realizado una clasificación de las estaciones que resultan pertinentes, en primera instancia de acuerdo a la cantidad de información que se ha podido encontrar de cada una de ellas, y según las características de emplazamiento dentro del área urbana de la ciudad y que su área de construcción esté dentro del rango de 600 a 3500m<sup>2</sup>, que son las áreas requeridas en la norma Venezolana.

Nº	PRIMERA CLASIFICACIÓN DE CASOS
04	5ta Compañía Cuerpo de Bomberos de Concepción en Chile.
07	Estación de Bomberos en valle Chamonix-Mont Blanc, Chamonix - Francia.
08	Estación de Bomberos de Santo Tirso en Portugal.
12	Centro de Control de Desastres del Cuerpo de Bomberos de la Ciudad de Minamisoma.
13	Estación de Bomberos Club House en Austria.
14	Brandon Firehall No. 1 en Manitoba - Canadá.

Tabla 16: 1era clasificación de casos de estudio. (Autoras, 2019)

Dentro de la primera clasificación de casos se han determinado seis estaciones que cumplen con las necesidades requeridas, de las cuales posteriormente se realizará una reclasificación para determinar las tres estaciones de las cuales se realizarán los respectivos análisis.

En la siguiente reclasificación, se busca estaciones que tengan accesos peatonales y vehiculares diferenciados, las zonas de dormitorios del personal fijo y de voluntarios estén separados y finalmente que las funciones que se desempeñan en cada estación sean claramente distinguibles, ya que estas serían estaciones que cumplen con las normativas analizadas previamente.

También es necesario que las estaciones a ser seleccionadas cuenten con la capacidad física para albergar a personal en la misma. Que estén clasificadas de acuerdo al número de miembros del personal de la brigada de bomberos, los elementos de comando y la capacidad que tiene la infraestructura para contar con cierta cantidad de personal activo (Silva, 2014).

## Reclasificación y selección definitiva de casos de estudio

Nº	PRIMERA CLASIFICACIÓN DE CASOS	Accesos diferenciados	Dormitorios diferenciados	Funciones diferenciadas	CASOS SELECCIONADOS
04	5ta Compañía Cuerpo de Bomberos de Concepción en Chile.	x	x	x	x
07	Estación de Bomberos en valle Chamonix-Mont Blanc, Chamonix - Francia.	x		x	
08	Estación de Bomberos de Santo Tirso en Portugal.	x	x	x	x
12	Centro de Control de Desastres del Cuerpo de Bomberos de la Ciudad de Minamisoma.	x	x	x	x
13	Estación de Bomberos Club House en Austria.	x		x	
14	Brandon Firehall No. 1 en Manitoba - Canadá.	x		x	

Tabla 17: Universo para selección de casos de estudio. (Autoras, 2019)

Finalmente, en la reclasificación de los casos, se ha seleccionado como primer caso la Estación de Bomberos Santo Tirso, del tipo subestación, su programa está clasificado como tipo CB1 lo cual significa que es una de dos estaciones operativas que cuentan con el espacio suficiente para abarcar 50 elementos o miembros del personal fijo repartidos en cada sección. El segundo caso seleccionado es la 5ta Compañía de Bomberos de Concepción, del mismo modo, tipo subestación,

con un programa del tipo CB4 con cinco estaciones operativas distribuidas en Concepción, Chile. Y el tercer caso de estudio escogido es el Centro de Desastres del Cuerpo de Bomberos de la Ciudad de Minamisoma, seleccionado por su amplio programa, el cual tiene una capacidad de elementos similar a las anteriores.



Selección caso de estudio N°1.



Img. 70: Estación de Santo Tirso. (Plataforma Arquitectura, 2013)

PROPIEDADES	
Caso de estudio N°1	
Zona geográfica	Santo Tirso, Portugal
Área temática	Estación de bomberos
Tamaño	1400.00 m <sup>2</sup>
Cobertura y alcance	Estándar (2000m)
Modo de intervenir	Equipamiento social
Resultados e impacto	Replicabilidad

de 4770.00m<sup>2</sup> y cuenta con un programa amplio, el diseño optimiza la habitabilidad y funciones para el funcionamiento de la misma a cualquier hora del día.

La topografía del sitio es irregular, sin embargo, se utiliza la misma de forma que sea posible que el proyecto contemple la ciudad (Piedrahita, 2018).

El primer caso de estudio se determina en base a su ubicación, área de terreno y área construida.

Santo Tirso, en donde se emplaza esta estación de bomberos posee una temperatura que varía entre los 6 °C y 26 °C, el clima durante verano es caliente - seco y durante el invierno es frío, mojado y nublado (Weather Spark, 2019).

Esta estación está construida en una parcela esquinera

Selección caso de estudio N°2.

## PROPIEDADES

### Caso de estudio N°2

Zona geográfica	Concepción, Chile
Área temática	Estación de bomberos
Tamaño	610.00 m <sup>2</sup>
Cobertura y alcance	Estándar (2000m)
Modo de intervenir	Equipamiento social
Resultados e impacto	Replicabilidad

Al igual que el primer caso de estudio este se determina debido a los parámetros de diseño utilizados, al igual que la estación de Santo Tirso, la Quinta Compañía es una subestación, sin embargo, posee un área de construcción menor.

Concepción posee una temperatura promedio de 6°C a 23°C, durante el verano el clima es seco y en el invierno el clima es frío, nublado y mojado (Weather Spark, 2019).

La Quinta Compañía de la Concepción se concibe como una tipología arquitectónica para el Cuerpo de Bomberos de Chile después de que más cuarteles se vieron afectados por el terremoto del 27 de febrero de 2010. Se proponen cuatro arquetipos con programas semejantes, los diferentes tipos son de 200m<sup>2</sup>, 350m<sup>2</sup>, 600m<sup>2</sup> y 700m<sup>2</sup>.

La superficie del terreno es de 1890,00m<sup>2</sup> y el área construida es de 610.00m<sup>2</sup> el programa se enfoca en el personal permanente tanto como en los voluntarios.

El cuerpo de bomberos de Chile ha alcanzado un gran reconocimiento internacional debido a una óptima respuesta ante las diferentes emergencias. Algo que destaca del diseño de las estaciones es que el estacionamiento de los vehículos se sitúa siempre hacia la vía y el resto de espacios se ubican hacia la parte posterior (Plataforma Arquitectura, 2019).



Img. 71: 5ta. Compañía de la Concepción. (Sepúlveda, 2011)



Selección caso de estudio N°3.



Img. 72: Centro Control de Desastres de Minamisoma (Arai, 2015)

## PROPIEDADES

### Caso de estudio N°3

Zona geográfica	Fukushima, Japón
Área temática	Estación de bomberos
Tamaño	2751.68 m <sup>2</sup>
Cobertura y alcance	Estándar (2000m)
Modo de intervenir	Equipamiento social
Resultados e impacto	Replicabilidad

El Centro de Control de Desastres del Cuerpo de Bomberos de Minamisoma se crea a partir del gran terremoto y tsunami que se registró en Japón en el año 2011. Su reconstrucción duró aproximadamente 3 años (Plataforma Arquitectura, 2016).

En Fukushima, los veranos son calientes y por lo general nublados, mientras que los inviernos son fríos y ventosos. Durante el año la temperatura oscila entre -4°C a 29°C con eventuales variaciones a -8°C o 33°C.

El día más caluroso es el 8 de agosto y el día más frío es el 26 de enero (Weather Spark, 2019).

La estación está situada en un lote de 5049.69m<sup>2</sup>, y su área de construcción es de 2751.68m<sup>2</sup>. Esta no está considerada únicamente como una estación tipo ya que cuenta también con zonas contra incendios y prevención de desastres. Para dar mayor relevancia e importancia a la prevención, se incorporó una zona de exposición de los desastres antes ocurridos con el fin de concientizar a la población sobre la actuación de los bomberos, el pensar de los ciudadanos y lo que se puede hacer a partir de ahora (Plataforma Arquitectura, 2016).

### 3.2.1 Estación de Bomberos de Santo Tirso, Portugal. CASO DE ESTUDIO N° 1

ARQUITECTO:

AÑO:

UBICACIÓN:

TIPO DE ESTACIÓN:

ÁREA DEL LOTE:

ÁREA CONSTRUIDA:

MATERIALIDAD:

ESTRUCTURA:

ALTURA:

NÚMERO DE PLANTAS:

PROGRAMA:

Alvaro Siza

2013

Santo Tirso, Portugal

Subestación

4770,00 m<sup>2</sup>

1400,00 m<sup>2</sup>

Ladrillo

Muro portante

Min: 3,10m Max: 5,45m

Tres plantas

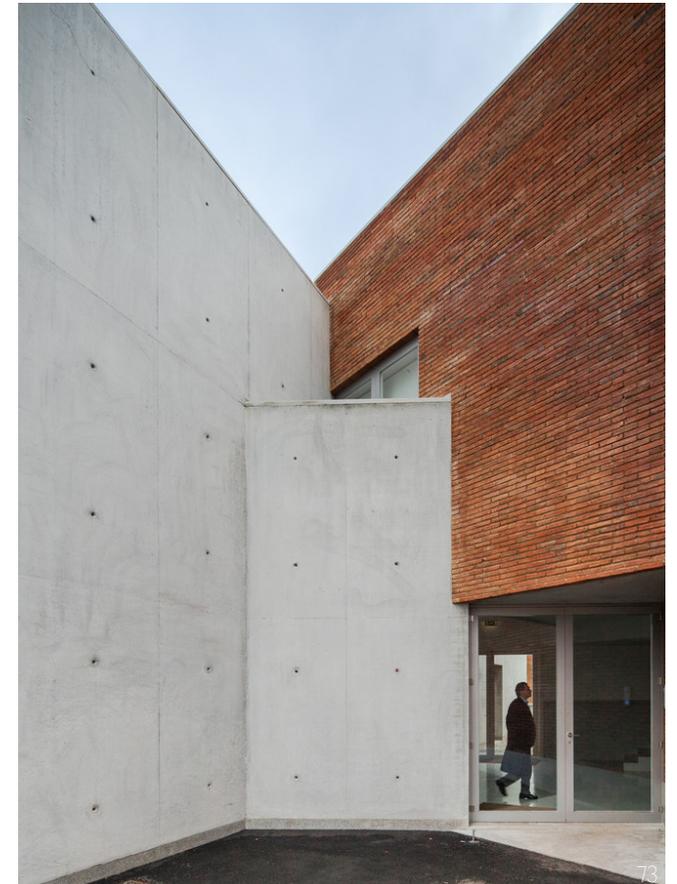
- Lobby
- Recepción y secretaría
- Sala de reuniones
- Sala de estar
- Aulas de capacitación
- Torre de entrenamiento
- Oficinas
- Área administrativa
- Baños hombres/mujeres
- Dormitorios para personal permanente
- Dormitorios para voluntarios

La Estación de Bomberos de Santo Tirso cuenta con cuarteles de acompañamiento, los espacios que forman parte del programa se encuentran organizados en tres niveles, cada uno de estos posee un acceso independiente desde las vías periféricas al predio, de esta manera se garantiza una mejor circulación.

La morfología de la obra se basa en figuras geométricas simples, estas se enfatizan mediante la materialidad utilizada. Uno de los volúmenes se dispone con un aparejo uniforme de ladrillo y este se enlaza con la plaza de garajes que está construida con concreto con un patrón regular.

Para el diseño interior se utilizan paneles de cristal hacia los pasillos y espacios públicos, se controla la iluminación a través de un alero que permite tener sombra al interior.

Las áreas exteriores se refuerzan con vegetación existente en las pendientes más pronunciadas. Las zonas verdes se extienden hacia las azoteas permitiendo así tener un sitio ajardinado (Piedrahita, 2018).





Img. 77-78: Estación de Santo Tirso. (Plataforma Arquitectura, 2013)

Emplazamiento.

ESC:

1:1000

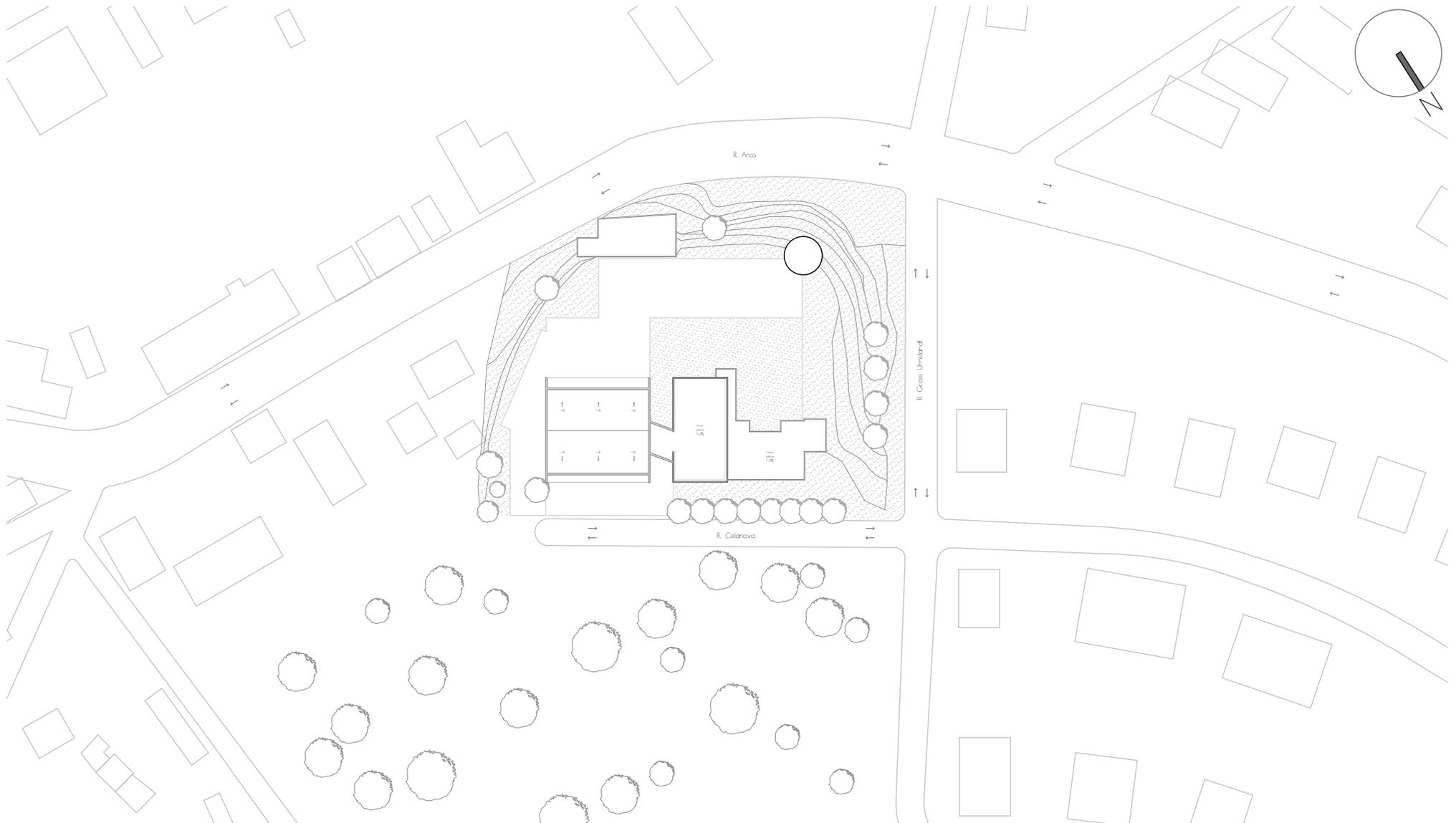


Fig. 71: Emplazamiento. (Autoras, 2019)



ESC: 1:500

Planta Baja.

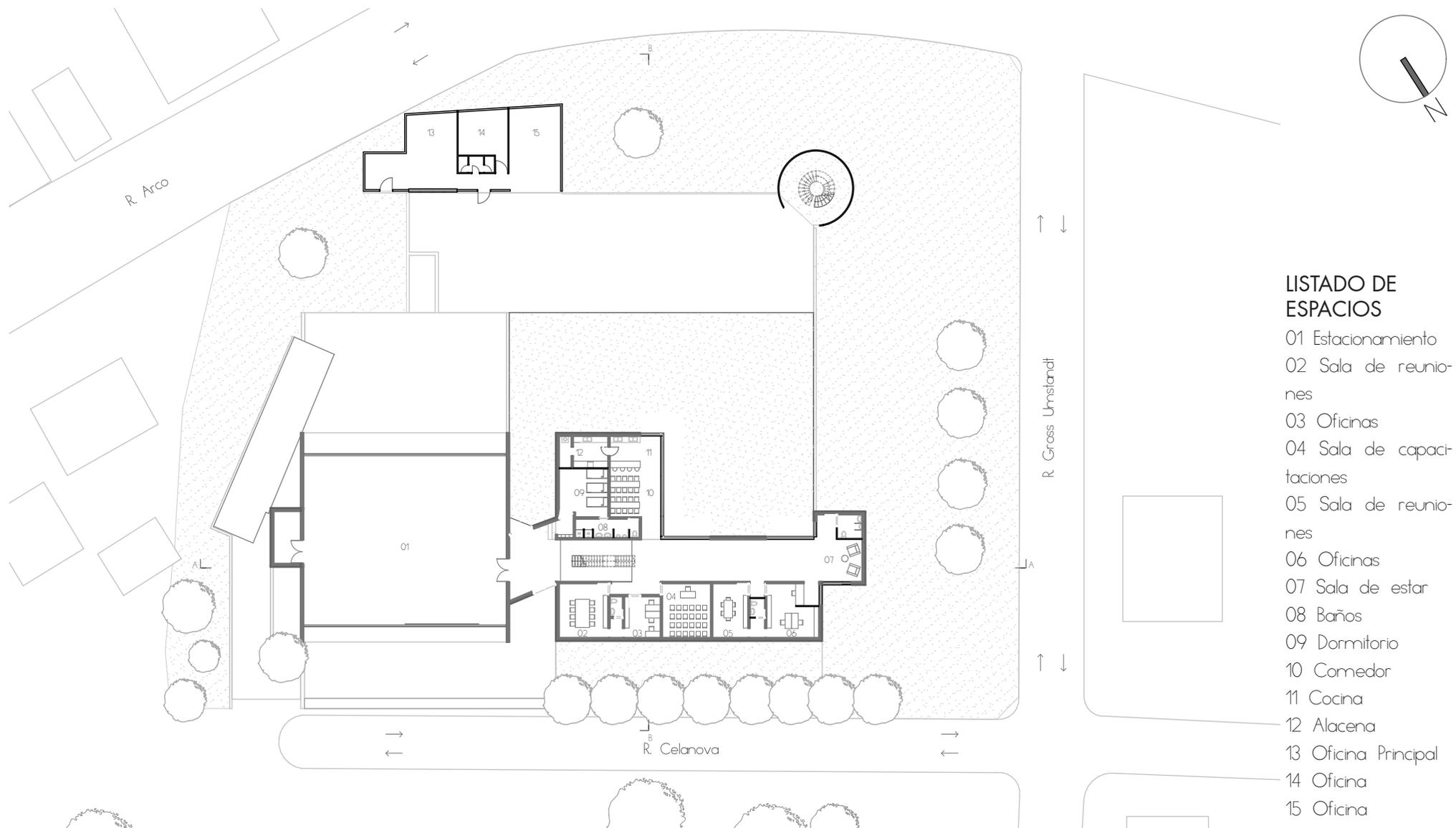


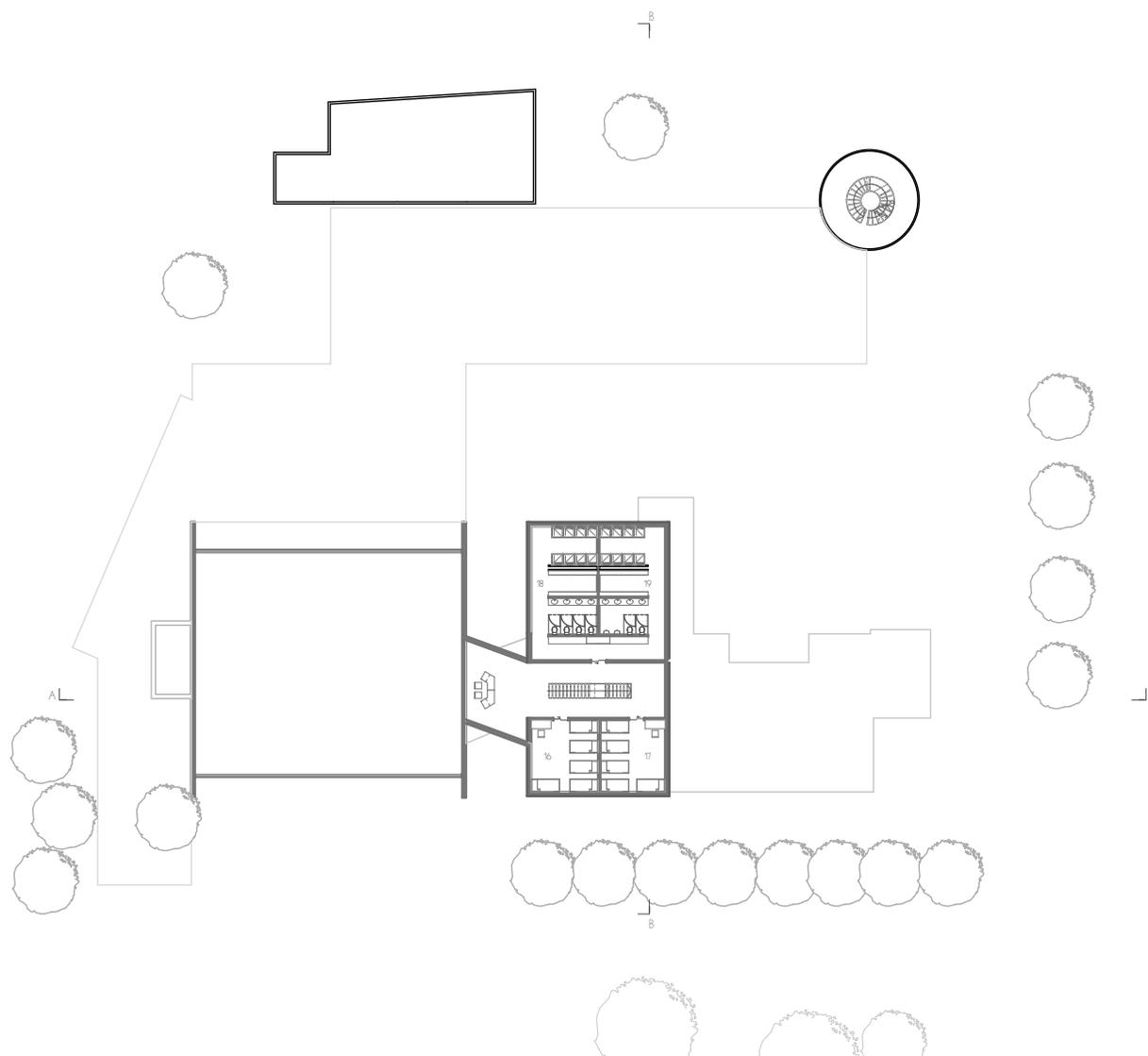
Fig. 72: Planta Baja. (Autoras, 2019)



Planta Alta.

ESC:

1:500



### LISTADO DE ESPACIOS

16 Dormitorio mujeres

17 Dormitorio hombres

18 Baño mujeres

19 Baño hombres

Fig. 73: Planta Alta (Autoras, 2019)

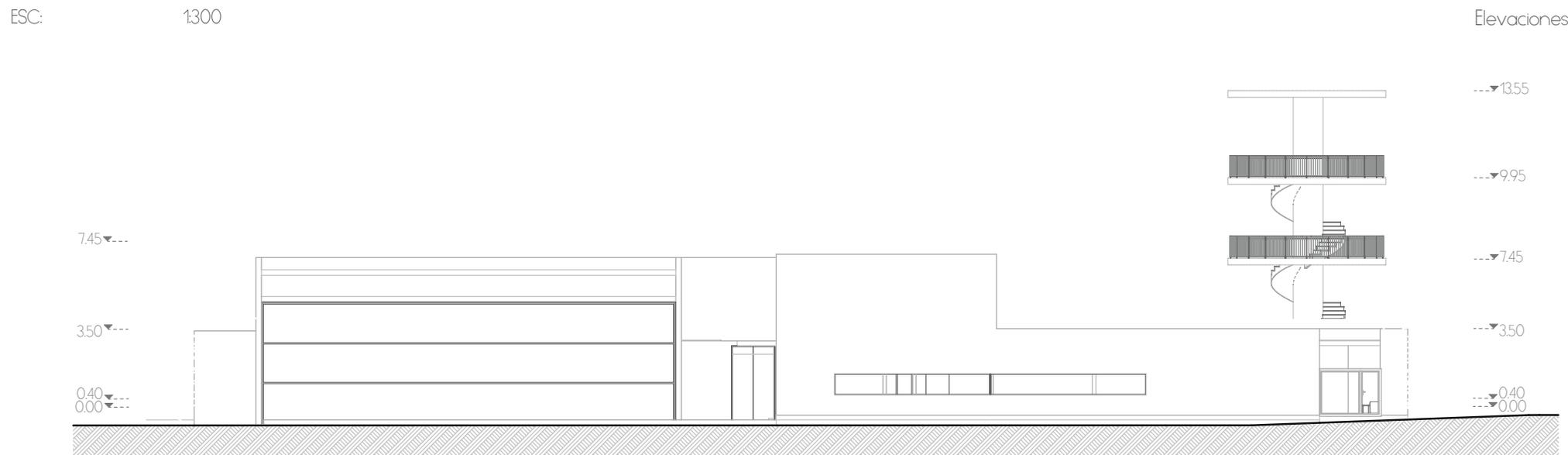


Fig. 74: Elevación Norte. (Autoras, 2019)

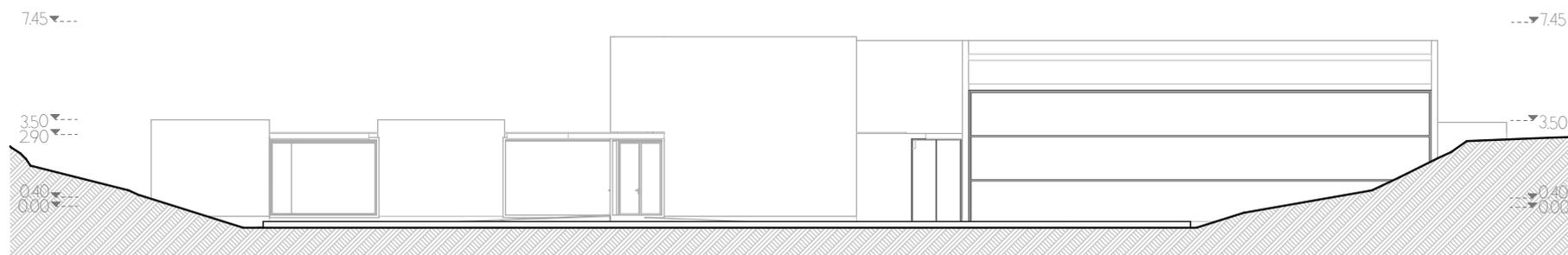


Fig. 75: Elevación Este. (Autoras, 2019)

Secciones.

ESC:

1:300

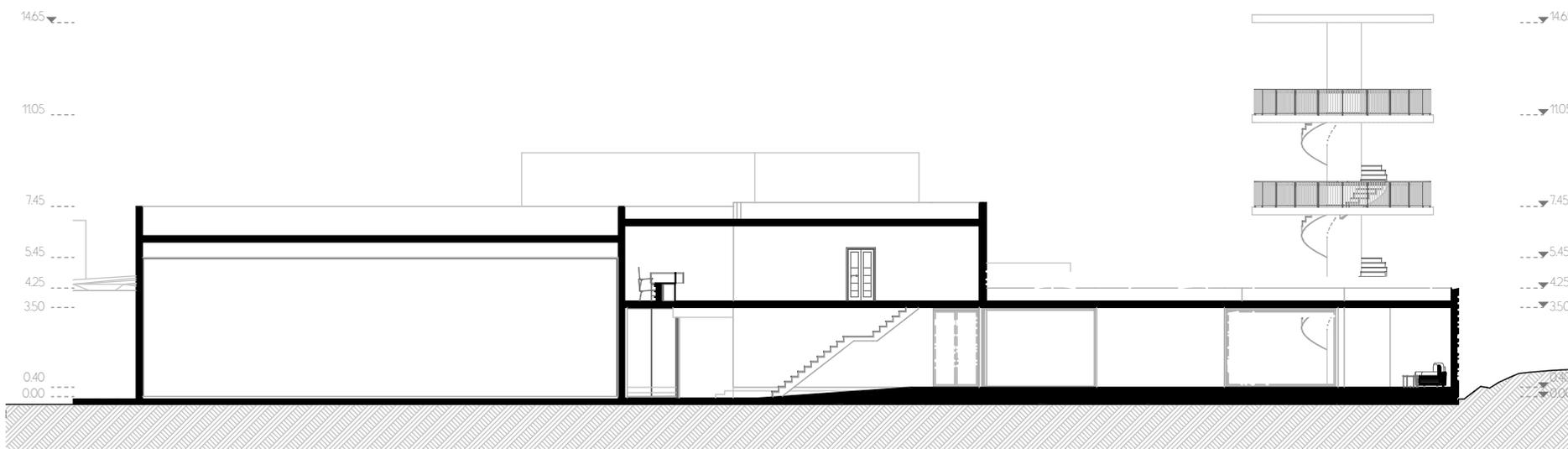


Fig. 76: Sección A-A. (Autoras, 2019)

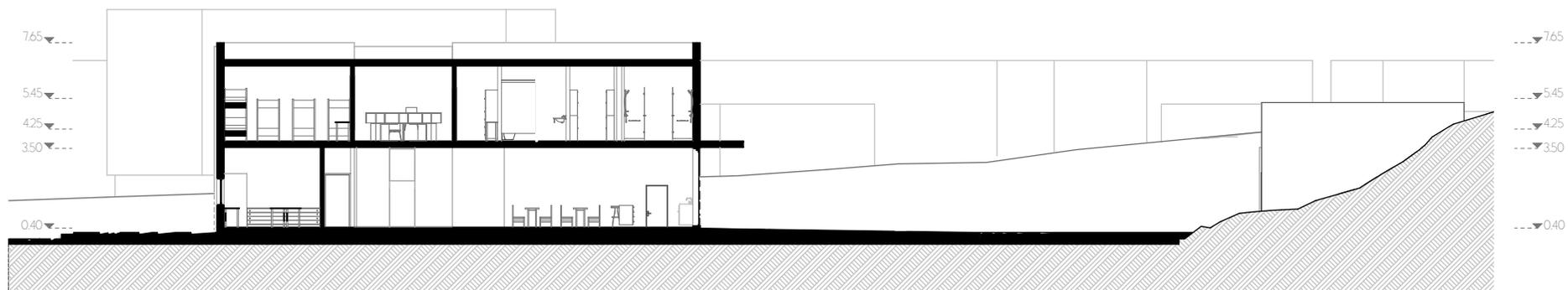


Fig. 77: Sección B-B. (Autoras, 2019)

Análisis de la malla vial y el contexto.

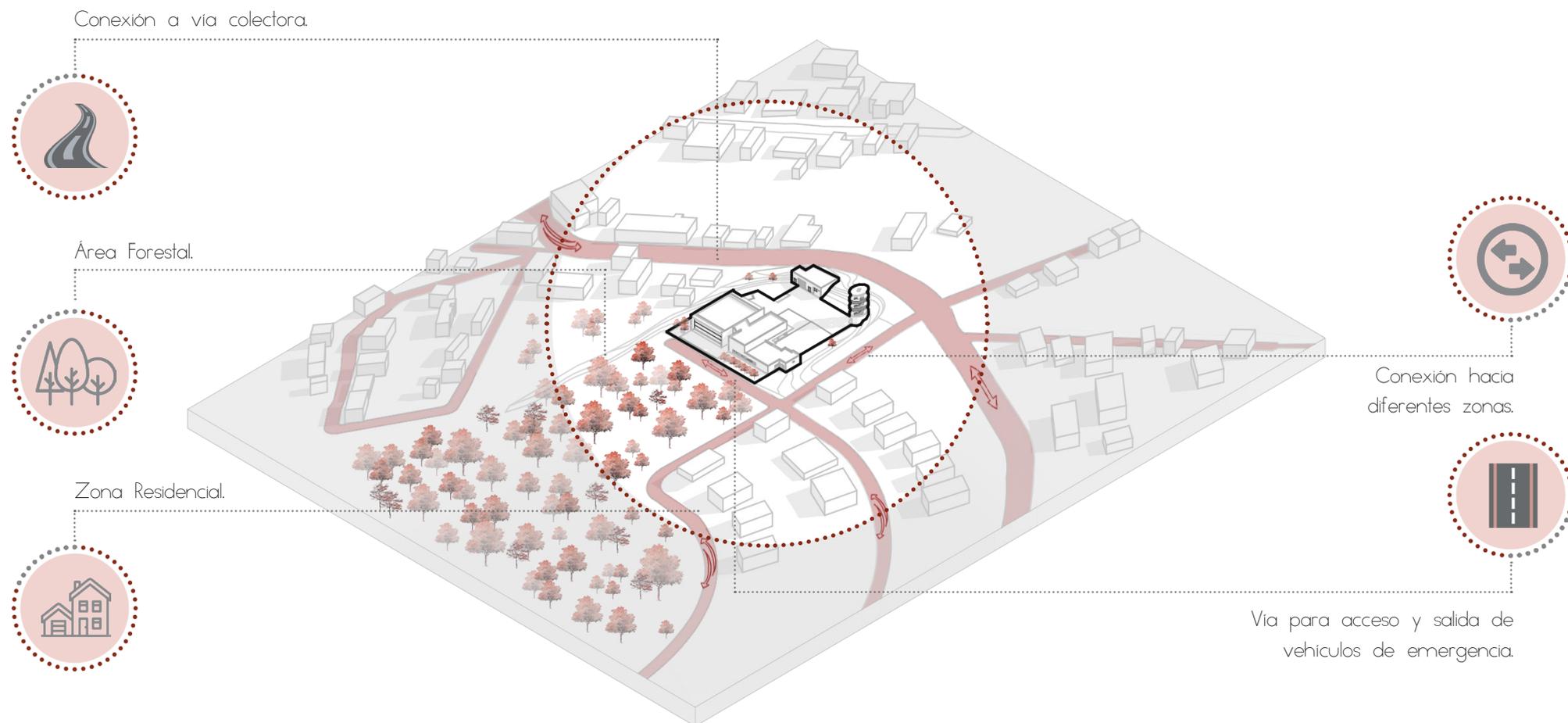


Fig. 78: Esquema análisis de la malla vial y contexto. (Autoras, 2019)

El emplazamiento de la estación permite conectividad con vías principales facilitando que el servicio abastezca a diferentes zonas. El proyecto cuenta con una vía exclu-

siva para el ingreso de los vehículos de emergencia posibilitando que los mismos queden dispuestos hacia la vía pública para agilizar su salida durante los sucesos.

### Análisis de accesos y materialidad.

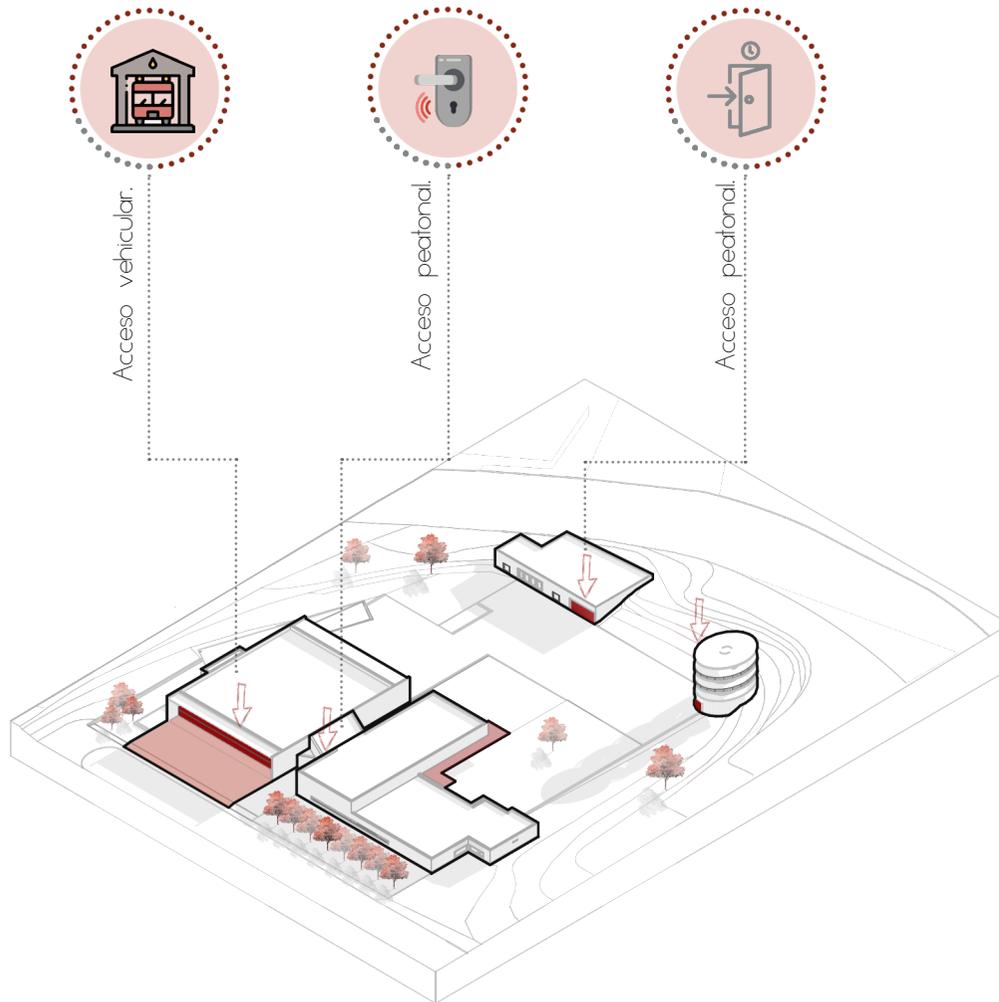


Fig. 79: Esquema análisis de accesos. (Autoras, 2019)

Se establecen accesos independientes para cada área funcional. El principal el acceso al cuarto de máquinas y los secundarios al área residencial y administrativa.

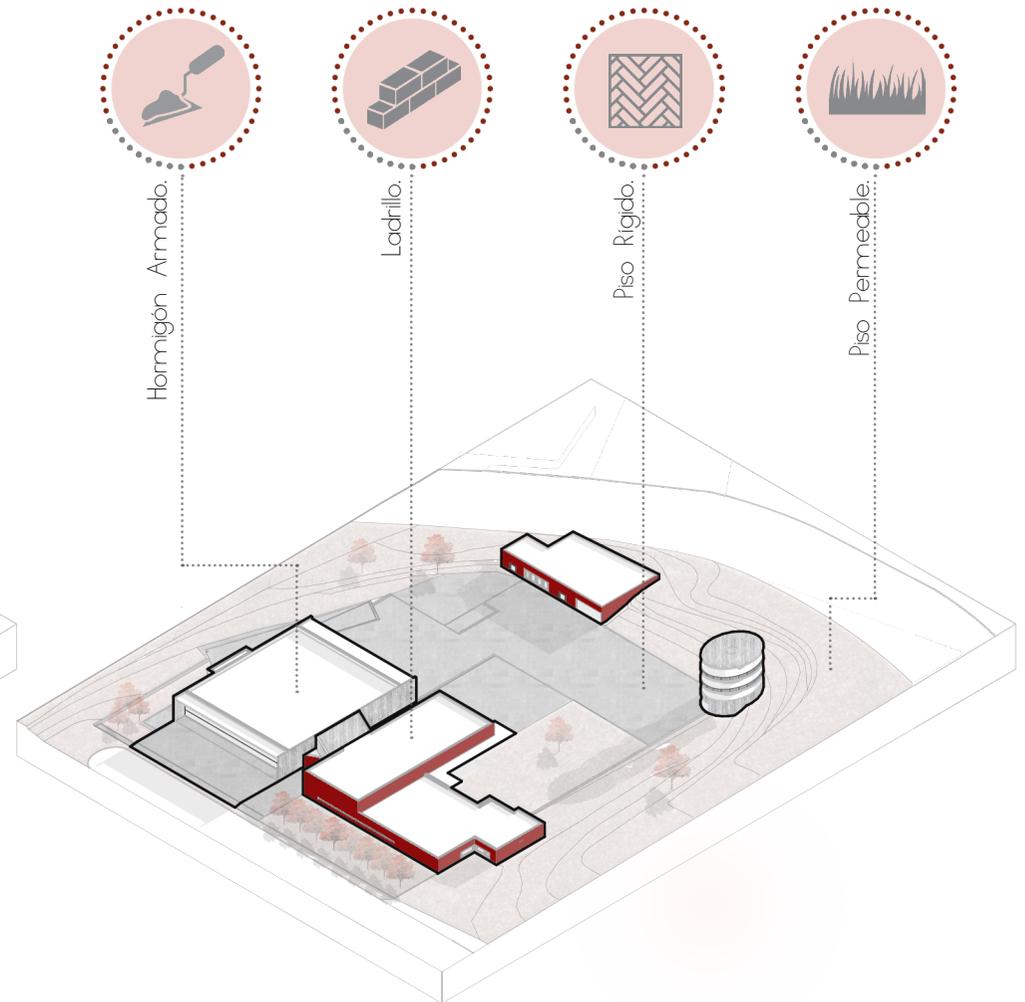


Fig. 80: Esquema análisis de materialidad. (Autoras, 2019)

Cada bloque independiente se caracteriza a través de distintas materialidades, tanto en envoltentes como a nivel de piso, mejorando el entendimiento de los espacios.

Análisis de espacios.

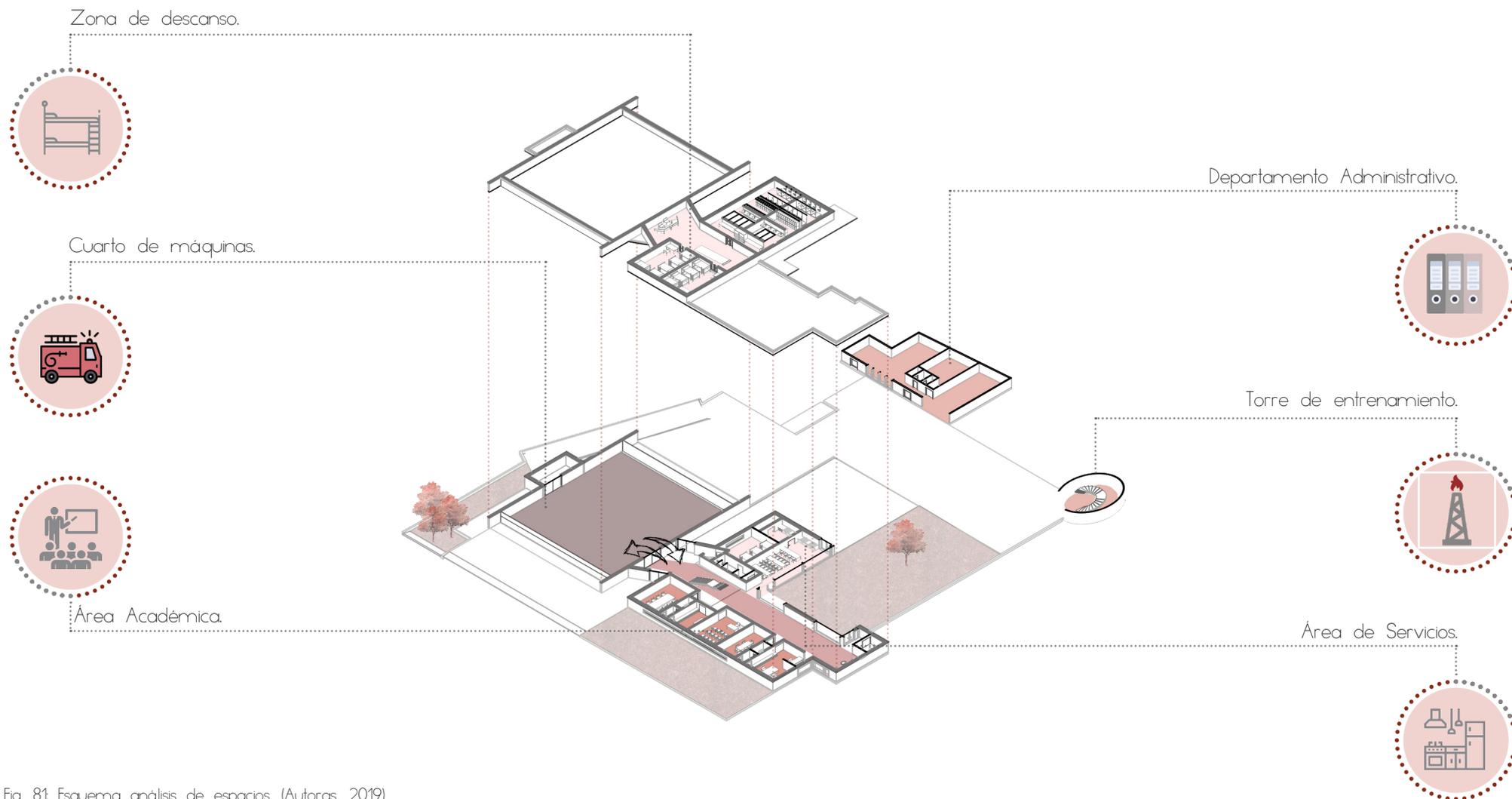


Fig. 81 Esquema análisis de espacios. (Autoras, 2019)

La distribución interior se diferencia de acuerdo a la funcionalidad de cada área, es decir, los espacios se distinguen de acuerdo a las actividades que se desarrollan,

como: administrativas, servicios y áreas residenciales. El diseño consta de área residencial para el personal fijo independiente del espacio destinado para los voluntarios.

Análisis de conexiones.

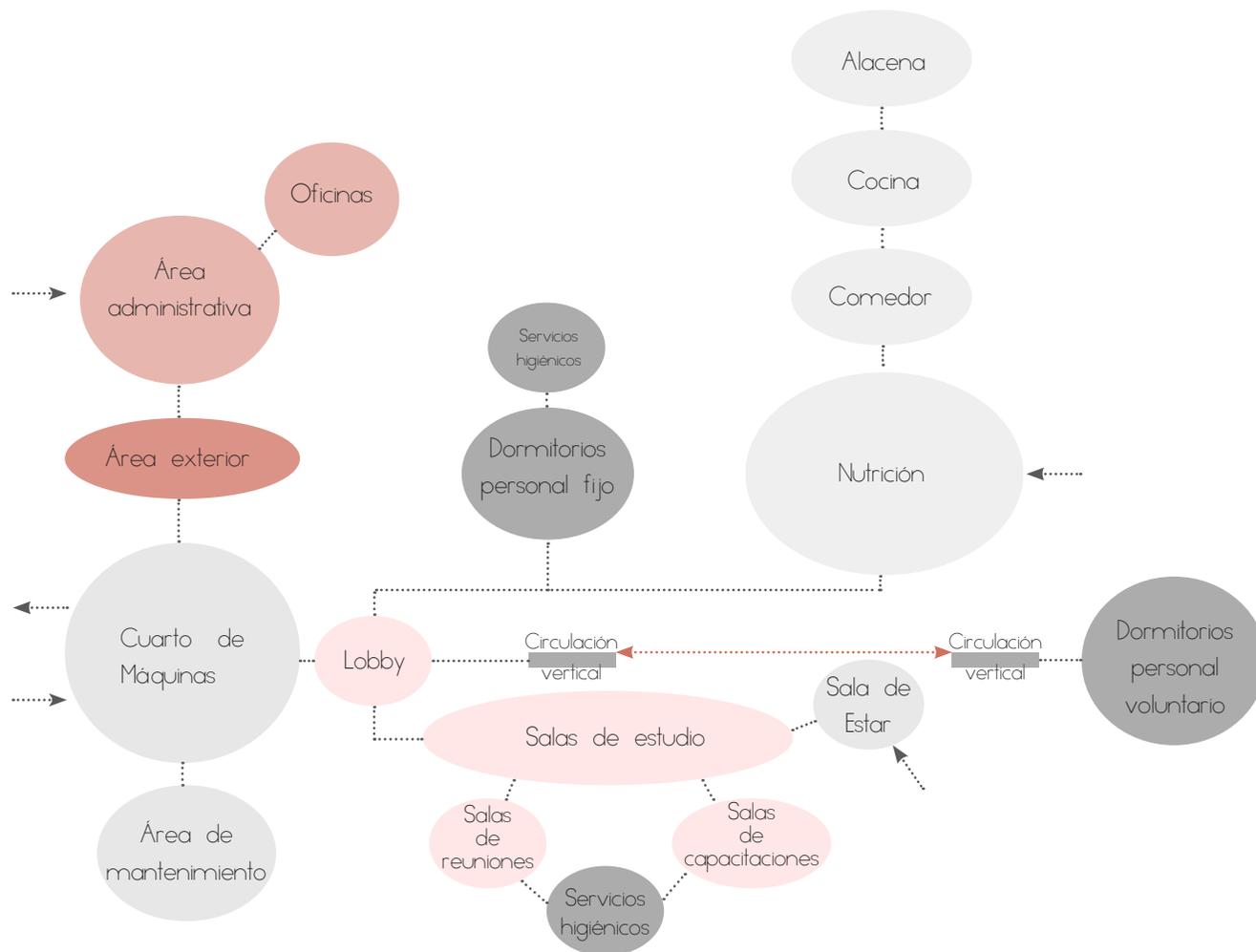


Fig. 82: Diagrama de flujos general (Autoras, 2019)

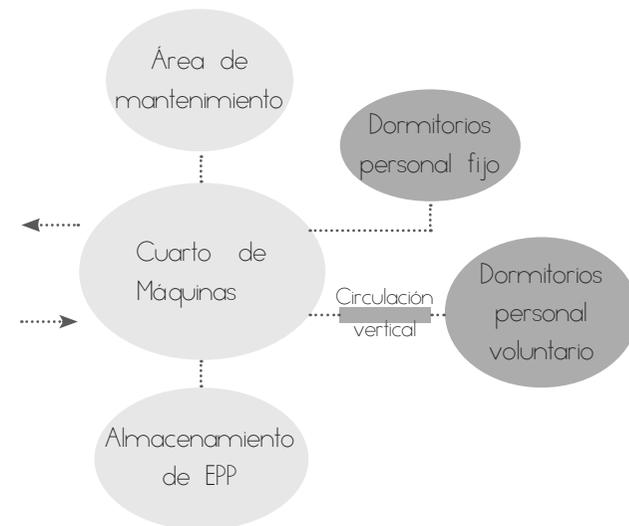


Fig. 83: Diagrama de flujo de zonas específicas (Autoras, 2019)

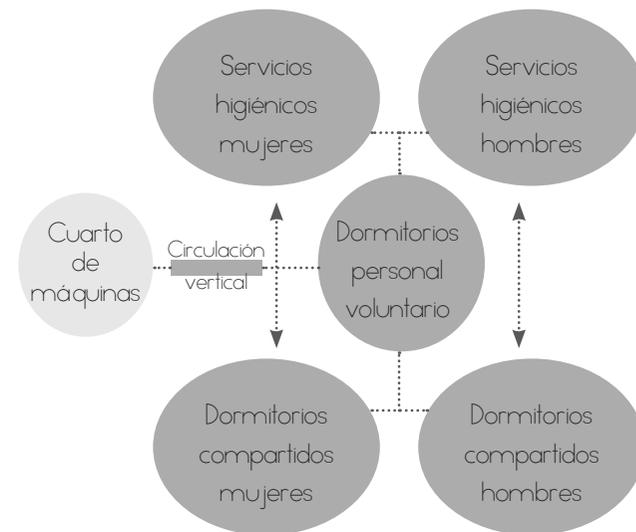


Fig. 84: Diagrama de flujo de zonas específicas (Autoras, 2019)



Análisis de alturas y circulaciones.

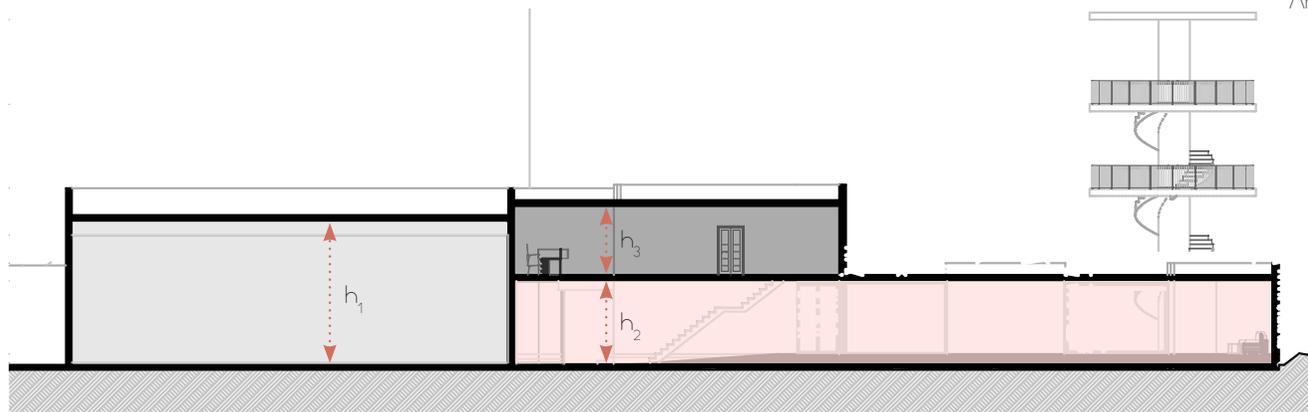


Fig. 85: Esquema análisis de alturas. (Autoras, 2019)

- Punto de partida — Trayecto principal ▲ Acceso principal ● Administración
- Punto de llegada - - - Trayecto secundario ● Cuarto de Máquinas ● Residencia

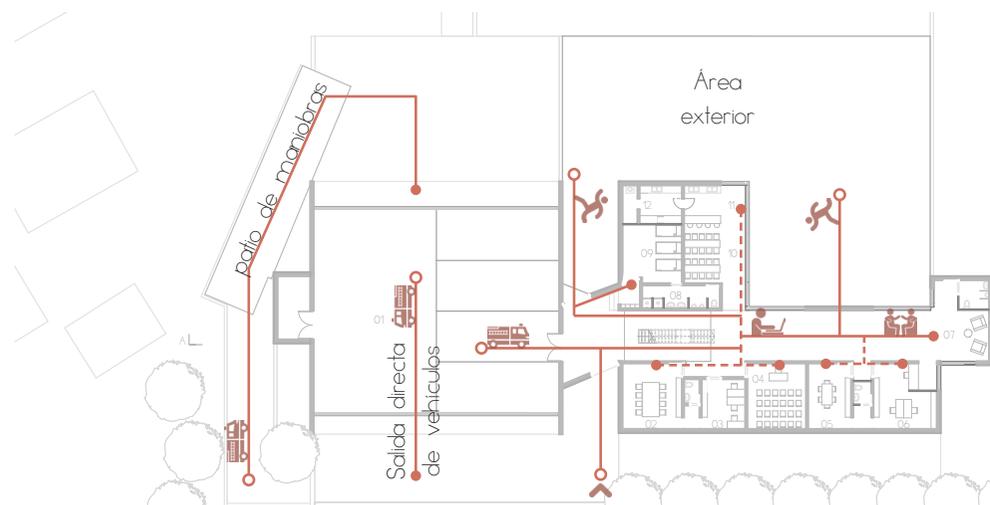


Fig. 86: Esquema circulaciones Planta Baja. (Autoras, 2019)

Se diferencia cada espacio, por medio de una variación en las alturas. Se maneja mayor altura en el estacionamiento debido a la maquinaria que incorpora, una altura media en la zona de administración donde hay mayor cantidad de personal

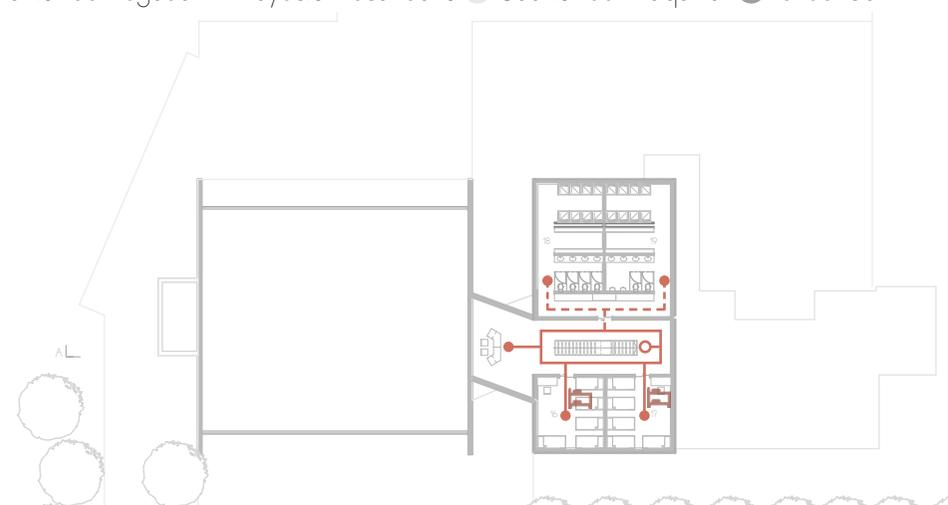


Fig. 87: Esquema circulaciones Planta Alta. (Autoras, 2019)

y de equipos; y una altura baja en la zona residencial. Además de posibilitar entre dichos espacios, transiciones inmediatas, permitiendo una movilidad directa desde cualquier punto de estancia.

### 3.2.2 Estación de Bomberos 5ta compañía de la Concepción, Chile CASO DE ESTUDIO N° 2

ARQUITECTO:

AÑO:

UBICACIÓN:

TIPO DE ESTACIÓN:

ÁREA DEL LOTE:

ÁREA CONSTRUIDA:

MATERIALIDAD:

ESTRUCTURA:

ALTURA:

NÚMERO DE PLANTAS:

PROGRAMA:

Andreu Arquitectos

2011

Concepción, Chile

Subestación

1980,00 m<sup>2</sup>

610,00 m<sup>2</sup>

Enlucido

Acero

Min: 2,70m Max: 5,40m

Dos plantas

- Estacionamiento (3 vehículos)
- Sala de comunicaciones
- Recepción
- Sala de sesiones
- Oficinas
- Sala de estar
- Cocina - Comedor
- Baños hombres/mujeres
- Vestidores
- Dormitorios voluntarios
- Dormitorios personal fijo
- 8 Dormitorios (46 camas)
- Aulas de estudio

La propuesta de diseño de la Quinta Compañía en Concepción, Chile emplea un sistema constructivo industrializado, la estructura es metálica y las tabiquerías tienen revestimientos con un sistema de aislamiento (EIFS), el objetivo del sistema utilizado es que permite una construcción ágil y requiere de poco tiempo, además la tipología permite ampliaciones futuras en los cuarteles (Plataforma arquitectura, 2019).

El predio en el que se emplaza la estación cuenta con una sola vía aledaña, sin embargo, existen tres accesos el vehicular para los camiones de servicio, y dos accesos laterales peatonales.

En la planta baja se distribuyen las áreas comunes como sala de sesiones, sala de comunicaciones y oficinas mientras que en la planta alta se distribuyen áreas para descanso del personal.

La mayor parte de espacios interiores tienen un diseño con paneles acristalados, tanto el exterior como el interior se caracterizan con la utilización del color rojo en la estructura de acero y en algunos paneles.





Img. 79-84: 5ta. Compañía de La Concepción. (Sepúlveda, 2011)

Emplazamiento.

ESC:

1:1000

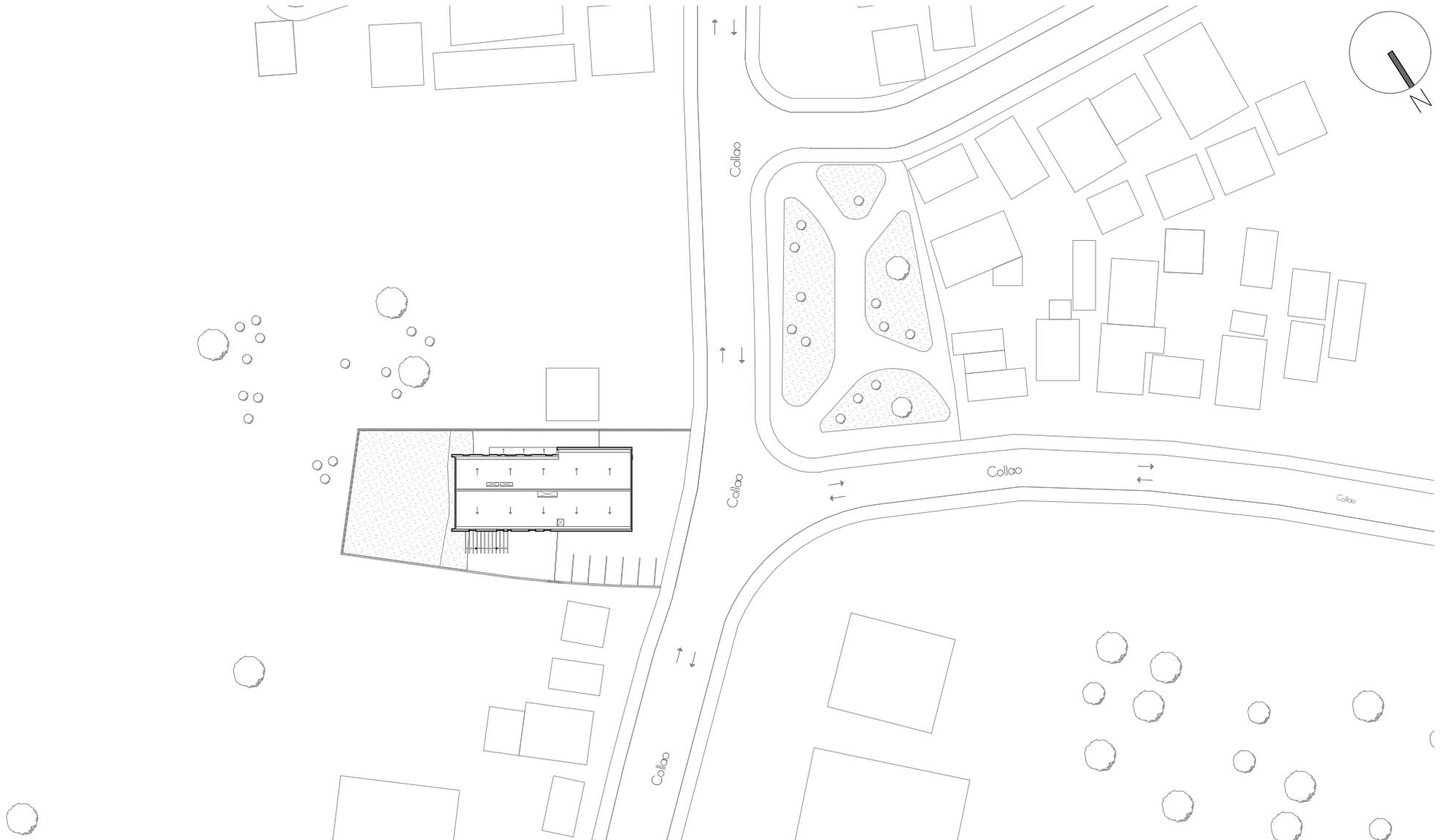


Fig. 88: Emplazamiento. (Autoras, 2019)



ESC: 1:300

Planta Baja.

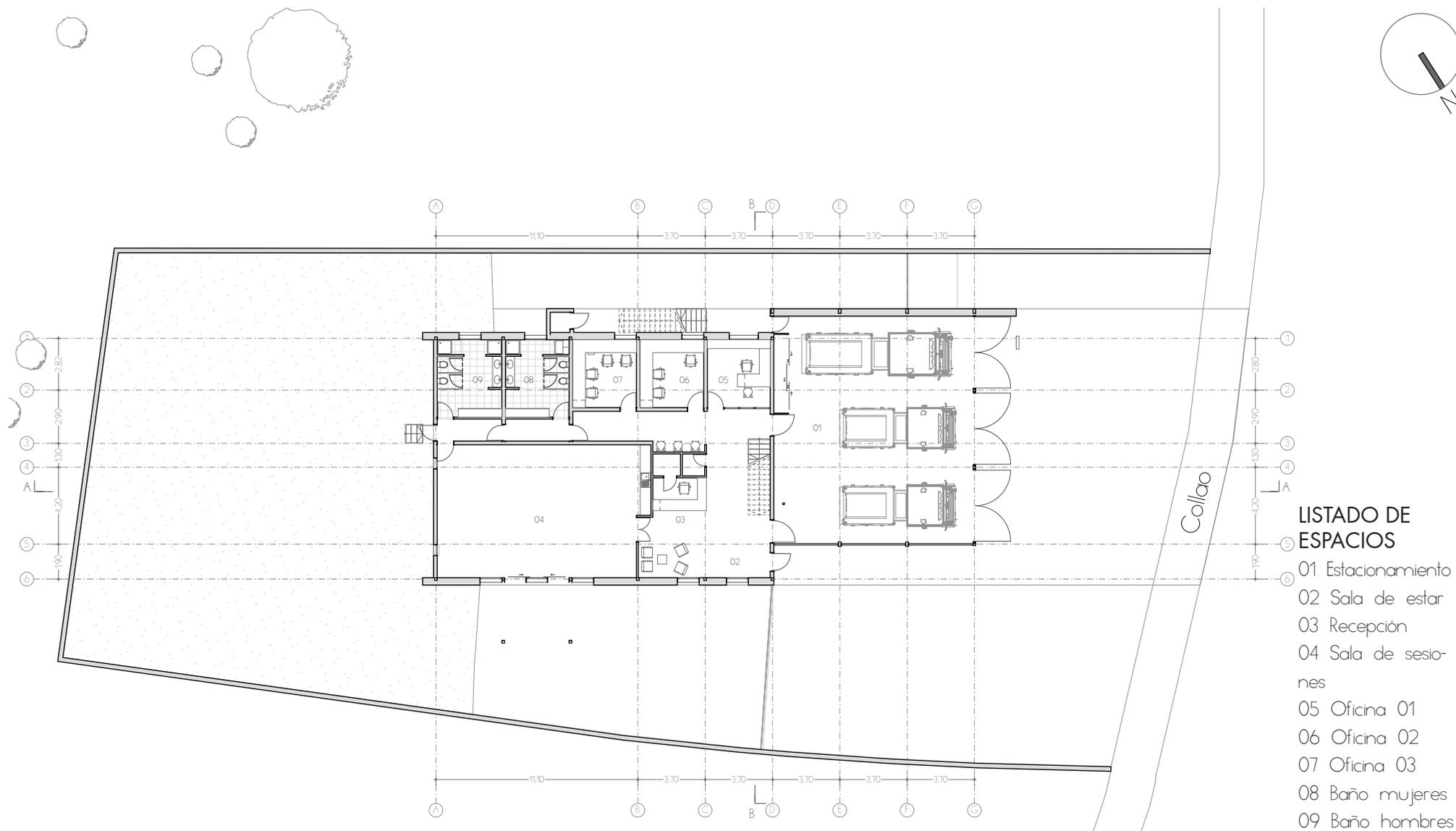
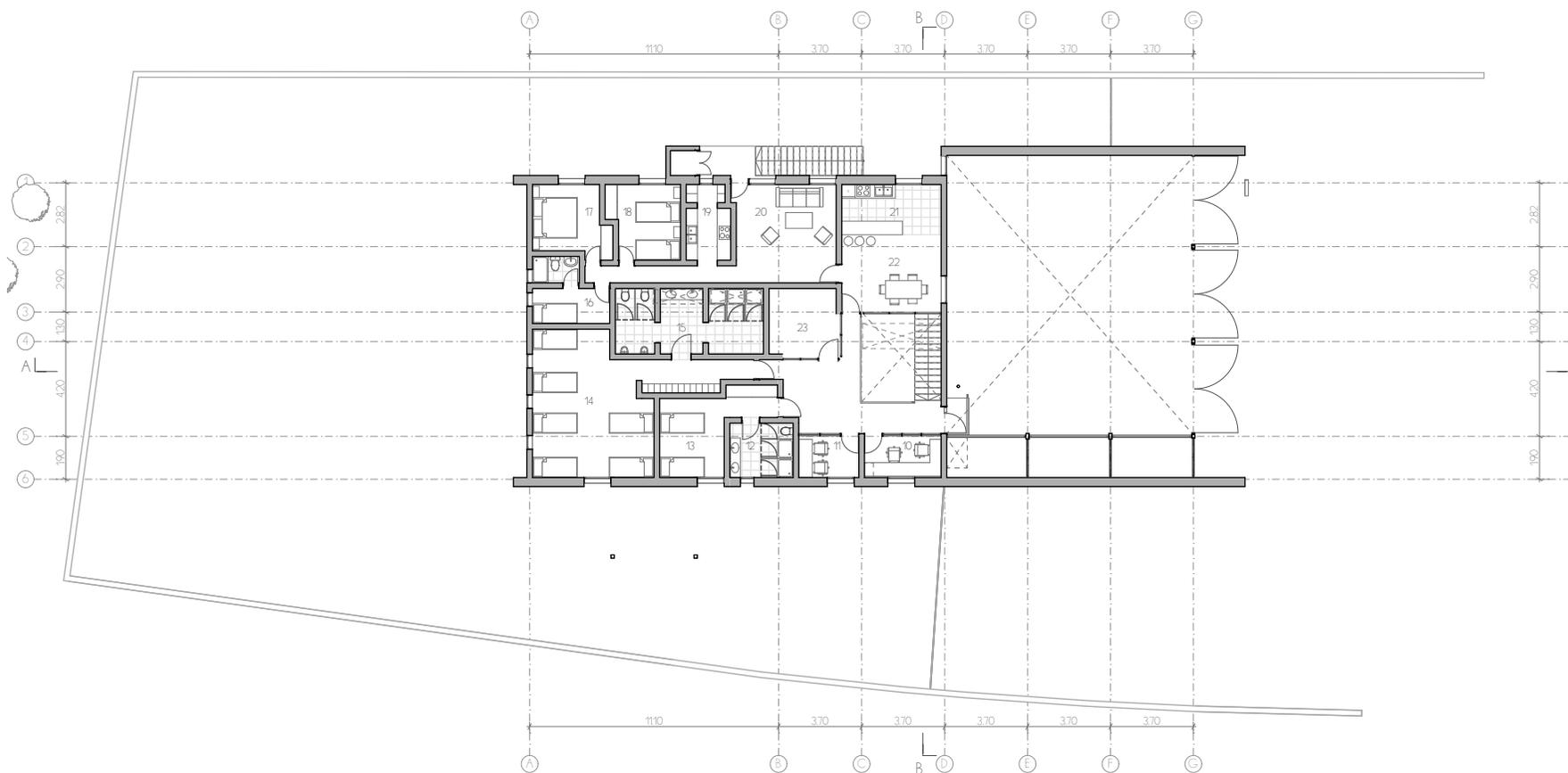
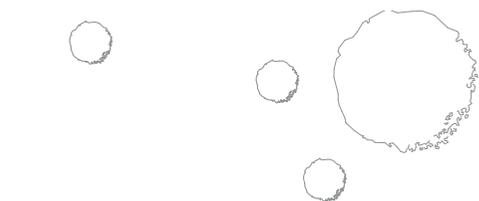


Fig. 89: Planta Baja. (Autoras, 2019)

Planta Alta.

ESC:

1:300



### LISTADO DE ESPACIOS

- 10 Sala de estudio 01
- 11 Sala de estudio 02
- 12 Baño voluntarios
- 13 Dormitorio voluntarios 01
- 14 Dormitorio voluntarios 02
- 15 Baño voluntarios
- 16 Dormitorio personal permanente 01
- 17 Dormitorio personal permanente 02
- 18 Dormitorio personal permanente 03
- 19 Cocina personal permanente
- 20 Sala de estar
- 21 Cocina voluntarios
- 22 Comedor
- 23 Sala multiuso

Fig. 90: Planta Alta (Autoras, 2019)



ESC: 1:300

Elevaciones.

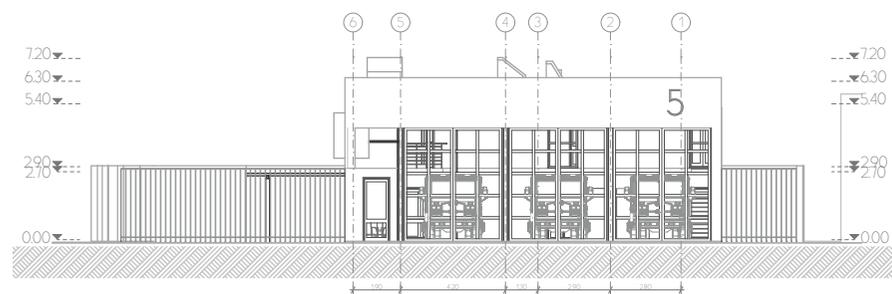


Fig. 91: Elevación Norte. (Autoras, 2019)

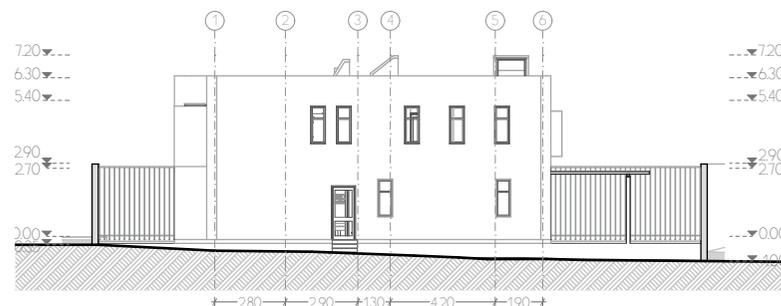


Fig. 92: Elevación Sur. (Autoras, 2019)

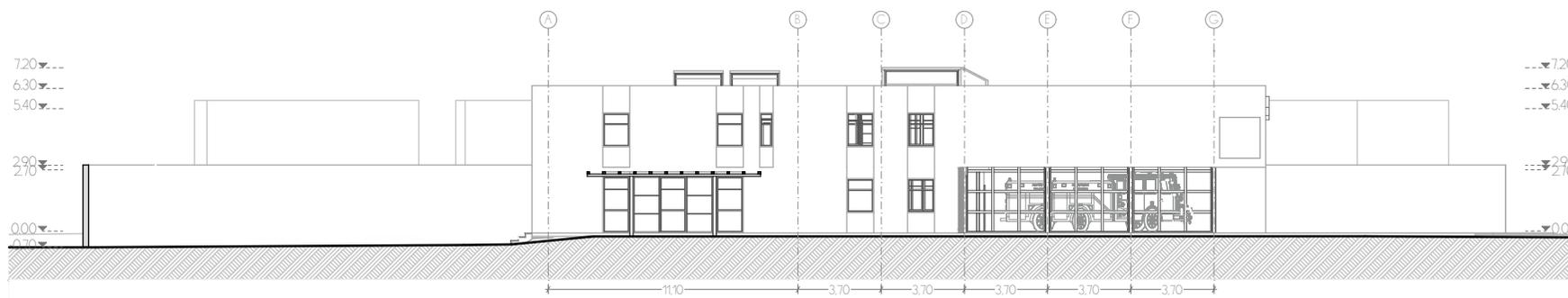


Fig. 93: Elevación Este. (Autoras, 2019)

Secciones.

ESC:

1300



Fig. 94: Elevación oeste. (Autoras, 2019)

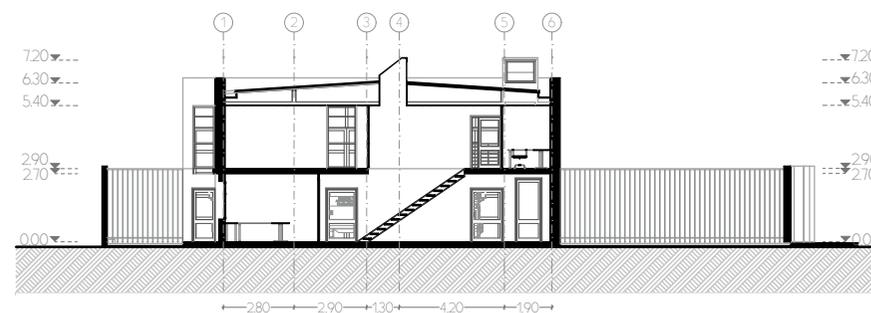


Fig. 95: Sección B-B. (Autoras, 2019)

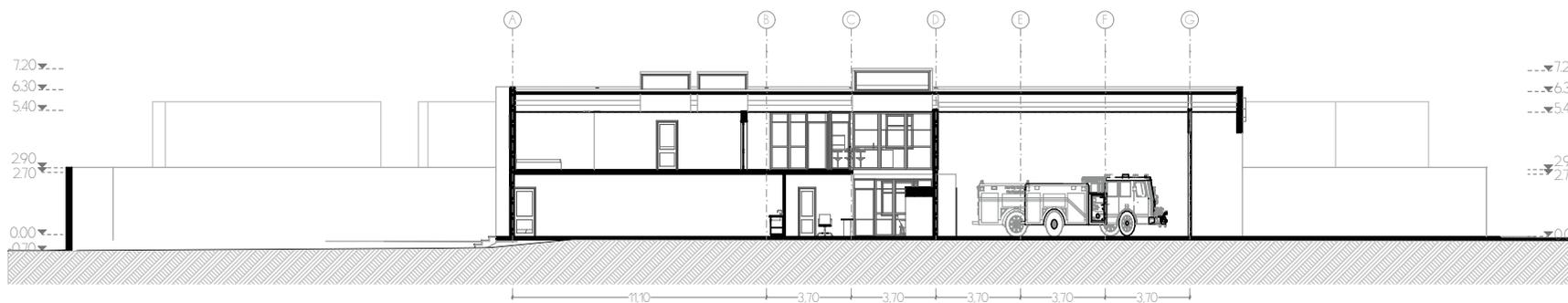


Fig. 96: Sección A-A. (Autoras, 2019)

Análisis de la malla vial y el contexto.

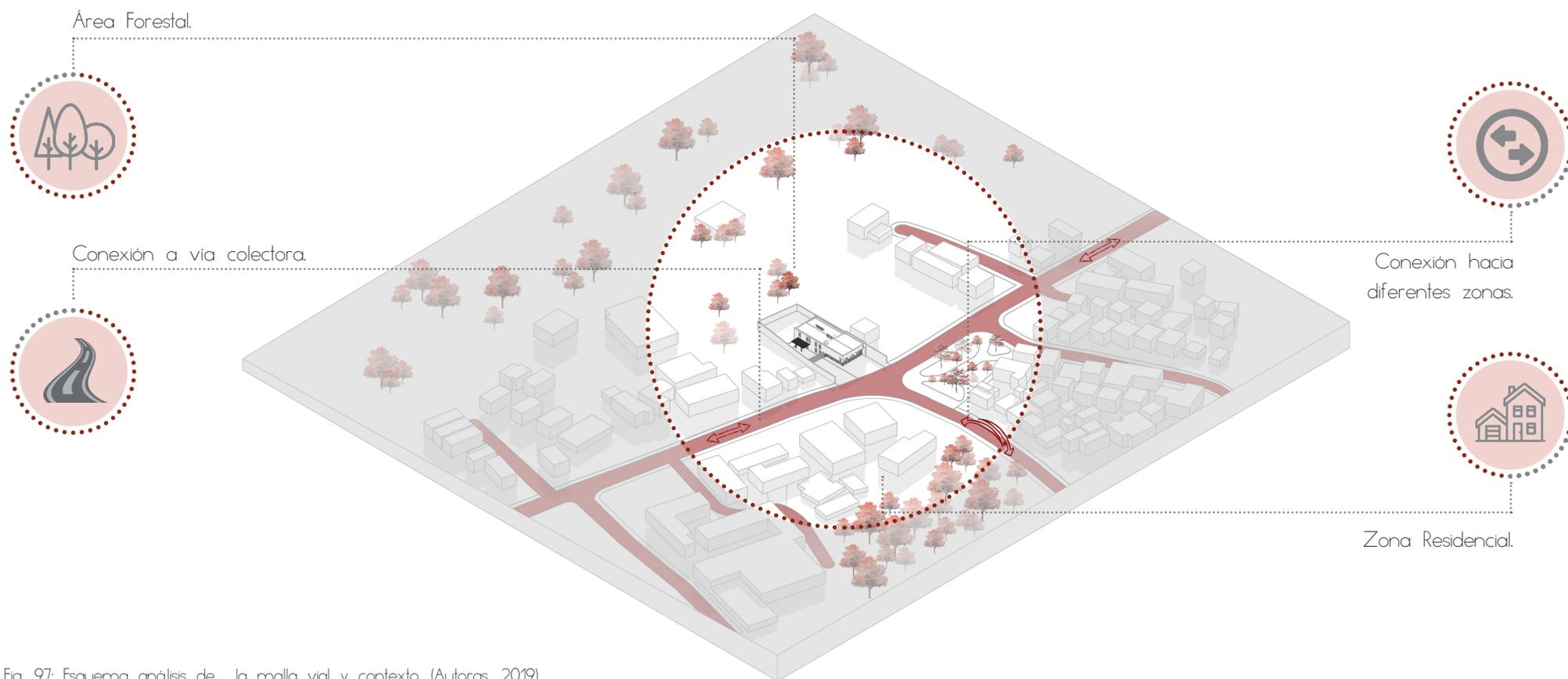


Fig. 97: Esquema análisis de la malla vial y contexto. (Autoras, 2019)

La estación se emplaza en un predio que colinda con una vía principal, esto permite que los vehículos de emergencia se puedan dirigir a diferentes sitios de manera

veloz debido a las conexiones que esta vía permite. Además, cuenta con una plataforma de maniobras para el estacionamiento de los vehículos de avanzada.

### Análisis de accesos y materialidad.

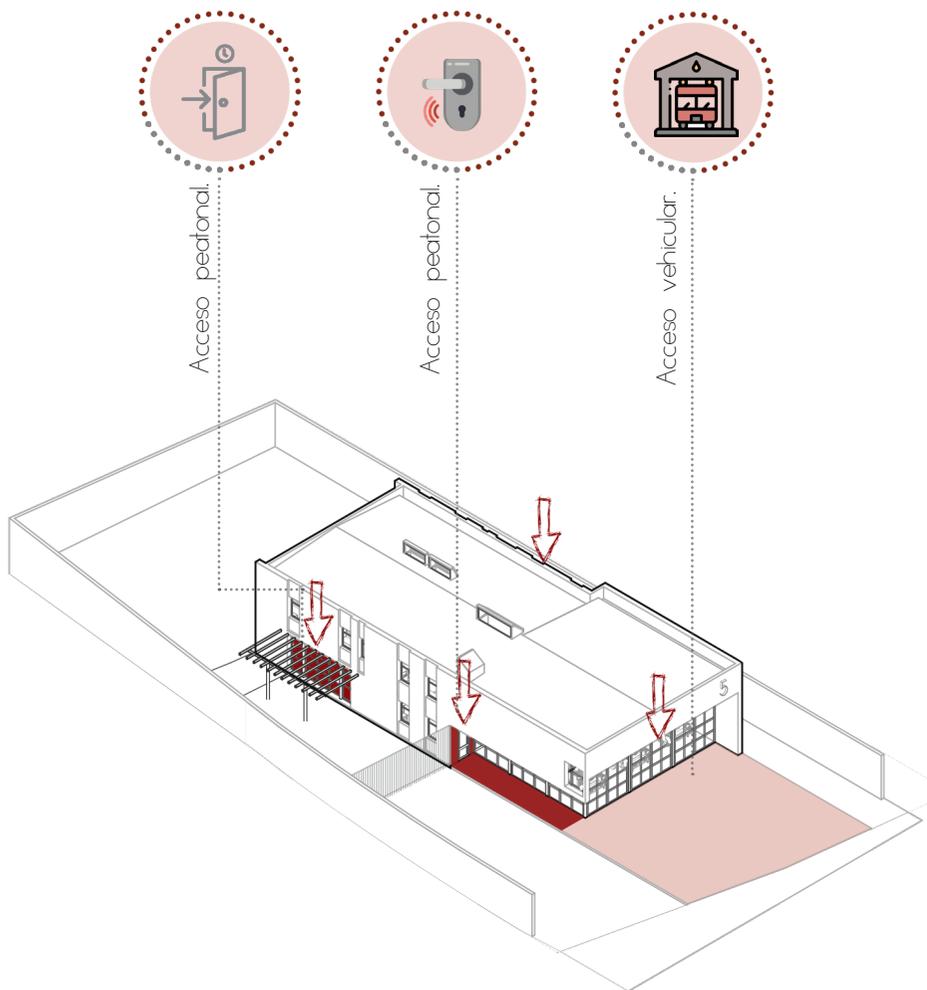


Fig. 98: Esquema análisis de accesos. (Autoras, 2019)

El acceso principal es para los vehículos de emergencia y los accesos peatonales se ubican en las partes laterales permitiendo conexiones con diferentes áreas.

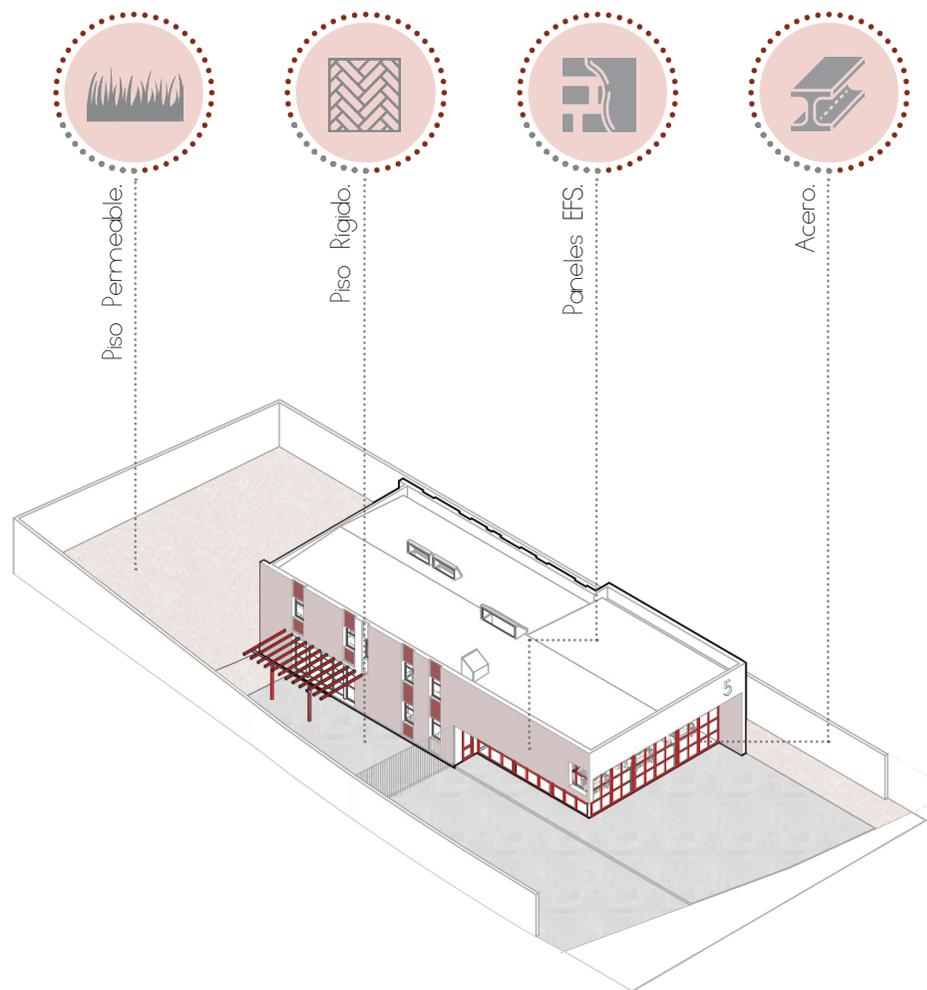


Fig. 99: Esquema análisis de materialidad. (Autoras, 2019)

El sistema constructivo es de acero y paneles EFS, estos materiales permiten un montaje rápido y limpio de la obra, además de progresividad en el futuro.

Análisis de espacios.

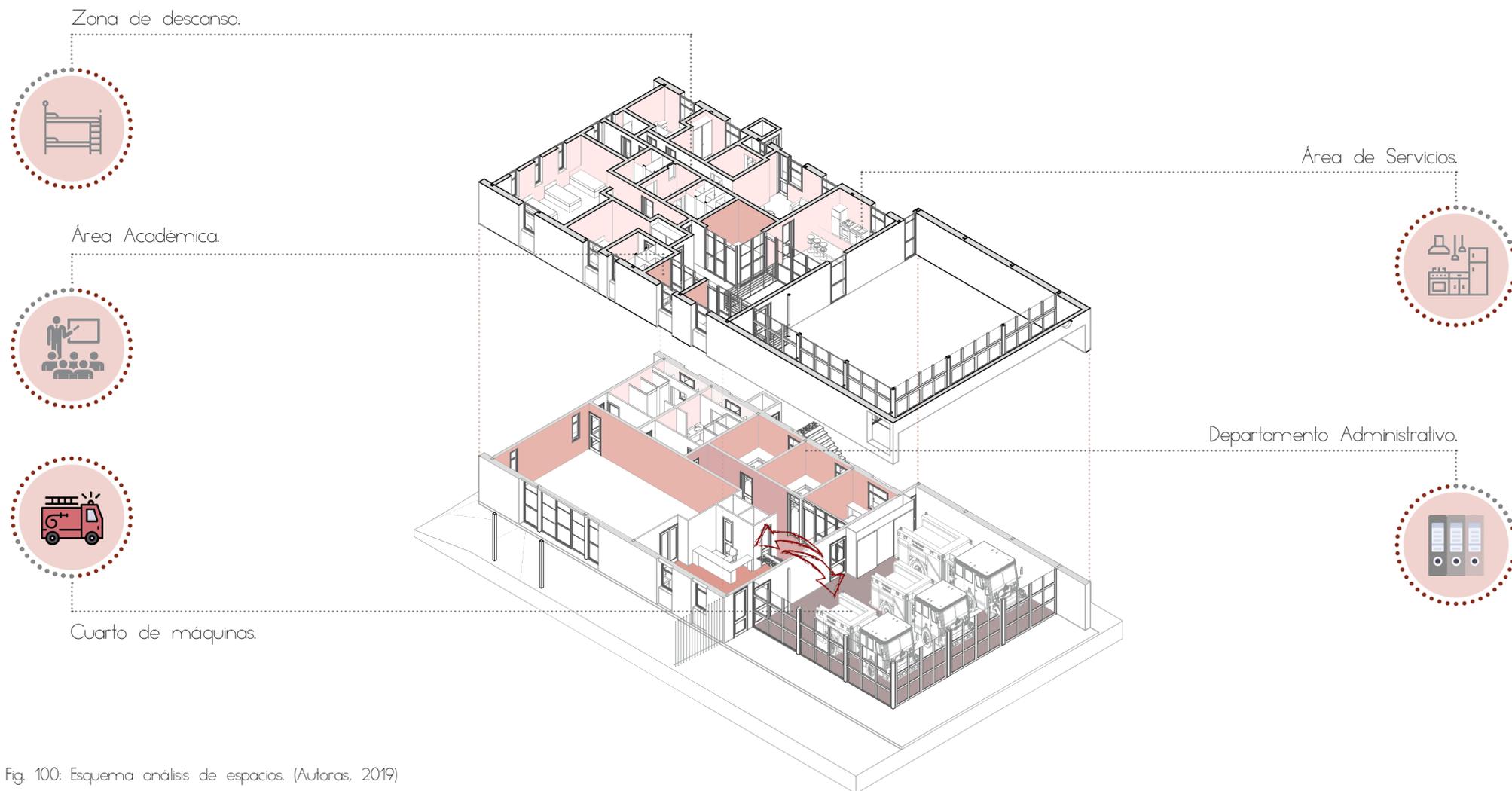


Fig. 100: Esquema análisis de espacios. (Autoras, 2019)

La planta baja se destina para funciones administrativas y el cuarto de máquinas y en la planta alta se ubica el área residencial, esta área tiene conexión directa

con el estacionamiento a través de un tubo vertical. Se independiza el área de personal fijo del espacio de los voluntarios, sin embargo, existen áreas comunes.

Análisis de conexiones.

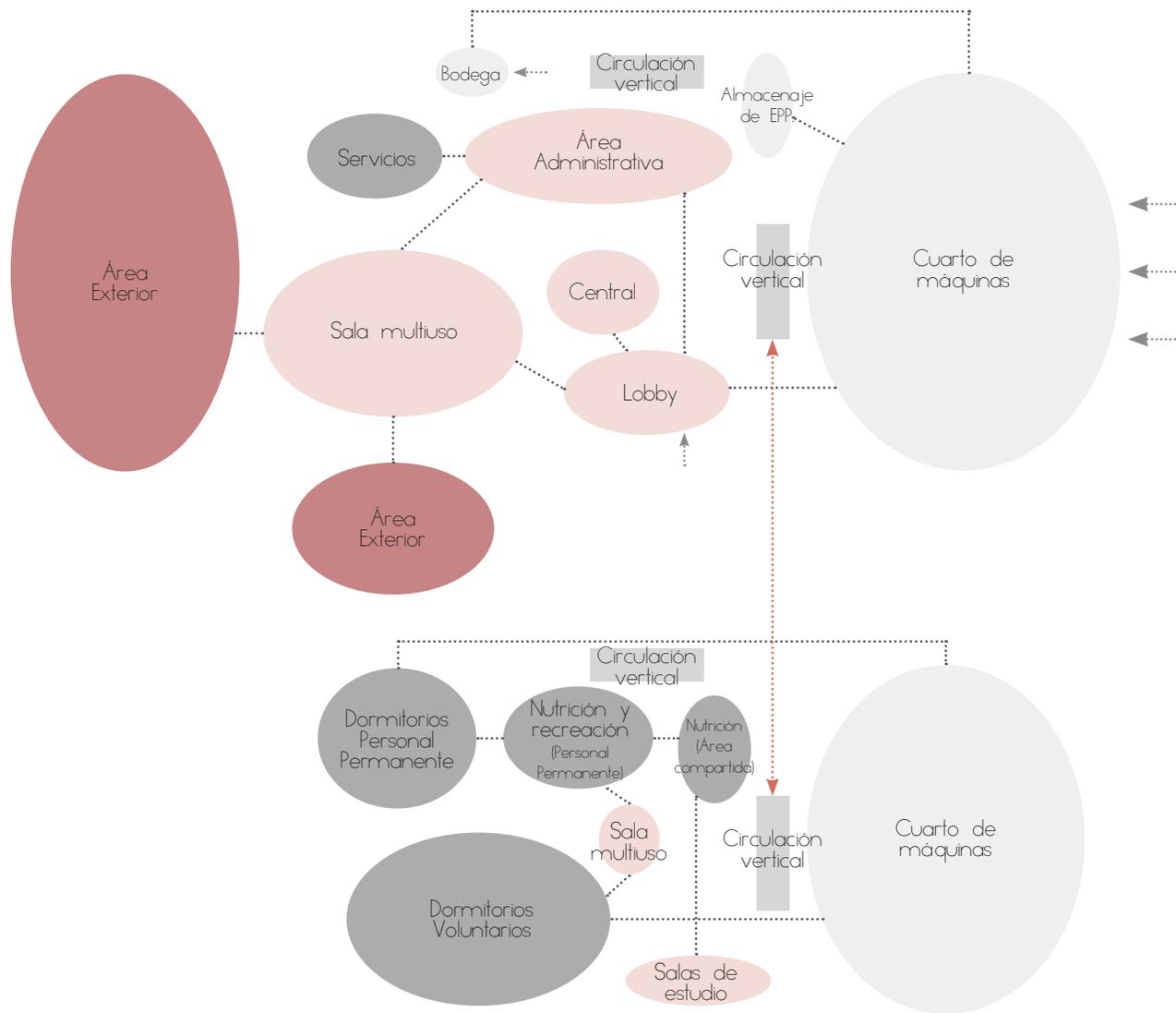


Fig. 101: Esquema conexiones entre Planta Baja y Planta Alta. (Autoras, 2019)

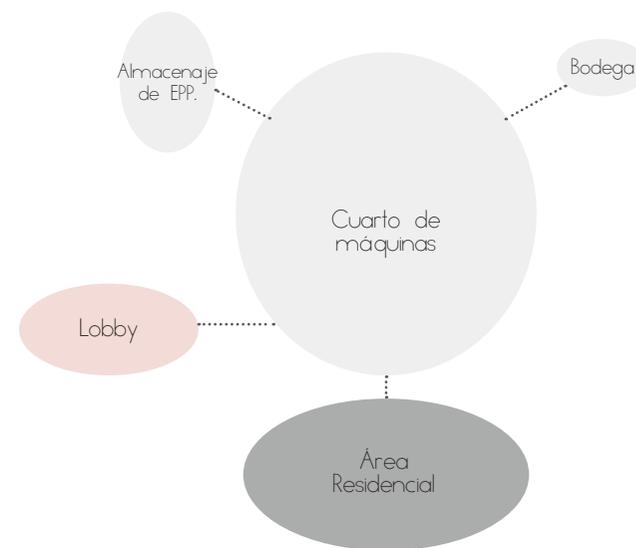


Fig. 102: Esquema conexiones cuarto de máquinas. (Autoras, 2019)

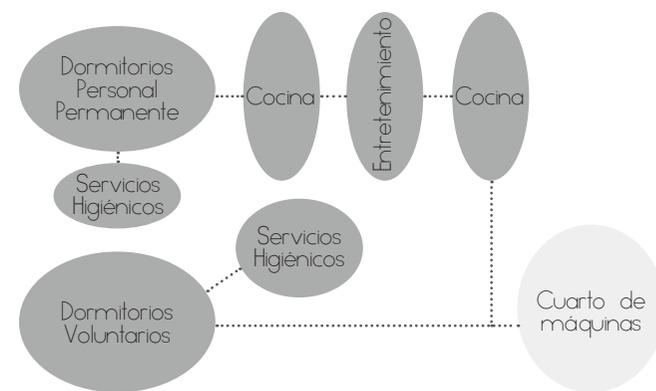


Fig. 103: Esquema conexiones área residencial. (Autoras, 2019)

Análisis de alturas y circulaciones.

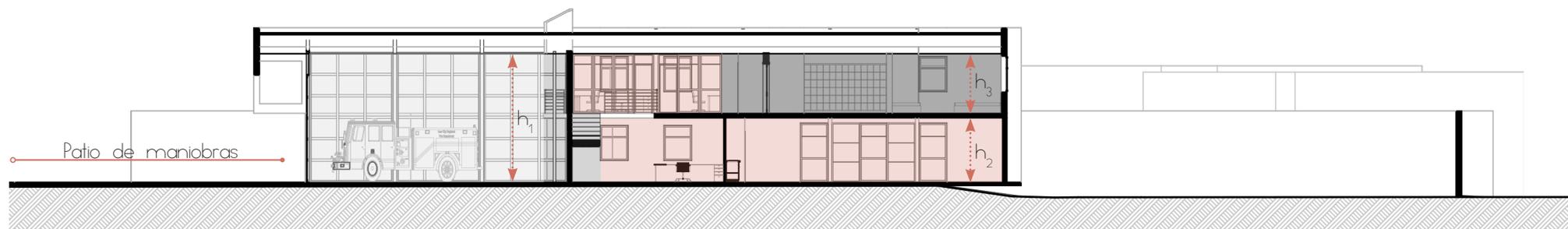


Fig. 104: Esquema análisis de alturas. (Autoras, 2019)

- Punto de partida — Trayecto principal    ↗ Acceso principal    ● Administración
- Punto de llegada - - - Trayecto secundario    ● Cuarto de Máquinas    ● Residencia

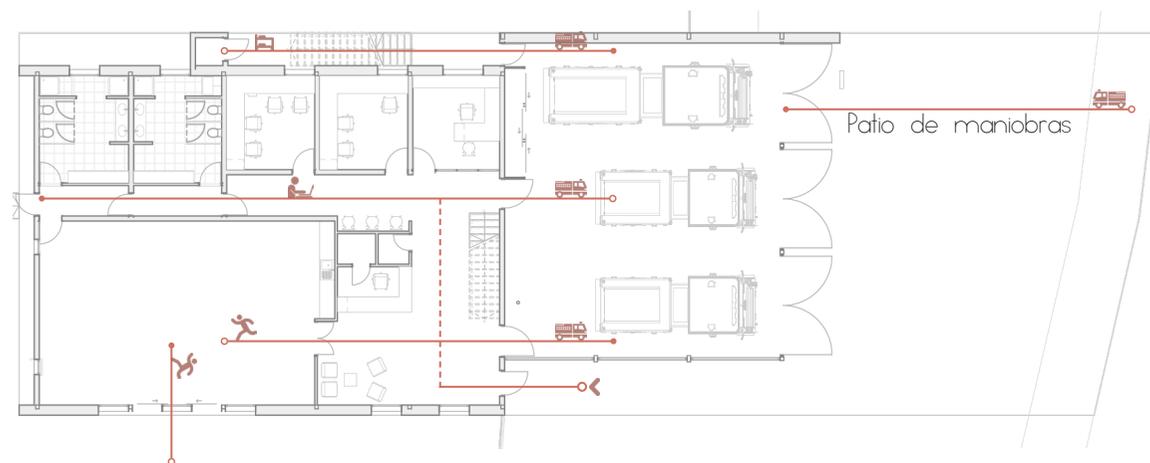


Fig. 105: Esquema circulaciones Planta Baja. (Autoras, 2019)

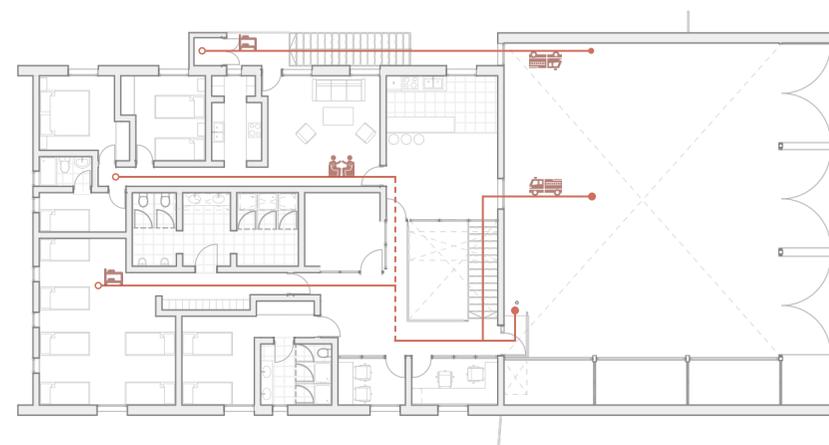


Fig. 106: Esquema circulaciones Planta Alta. (Autoras, 2019)

La estación de Bomberos de Chile maneja la diferenciación de alturas en cada área debido a la demanda espacial que se genera durante desempeño de las distintas actividades programadas en una estación. También ha sido diseñada para mantener

una relación espacial, en donde se evidencian conexiones directas desde cualquier punto hacia el estacionamiento, el cual es un aspecto fundamental en situaciones en donde se requiere transiciones menores para una mayor agilidad.

### 3.2.3 Centro de Control de Desastres del Cuerpo de Bomberos de Minamisoma CASO DE ESTUDIO N° 3

#### ARQUITECTOS:

Tetsou Kabori Architects +  
Nagayama Architect Office

#### AÑO:

2015

#### UBICACIÓN:

Fukushima, Japón

#### TIPO DE ESTACIÓN:

Subestación

#### ÁREA DEL LOTE:

5049,69 m<sup>2</sup>

#### ÁREA CONSTRUIDA:

2751,68 m<sup>2</sup>

#### MATERIALIDAD:

Enlucido

#### ESTRUCTURA:

Acero

#### ALTURA:

Min: 3.50m Max: 7.10m

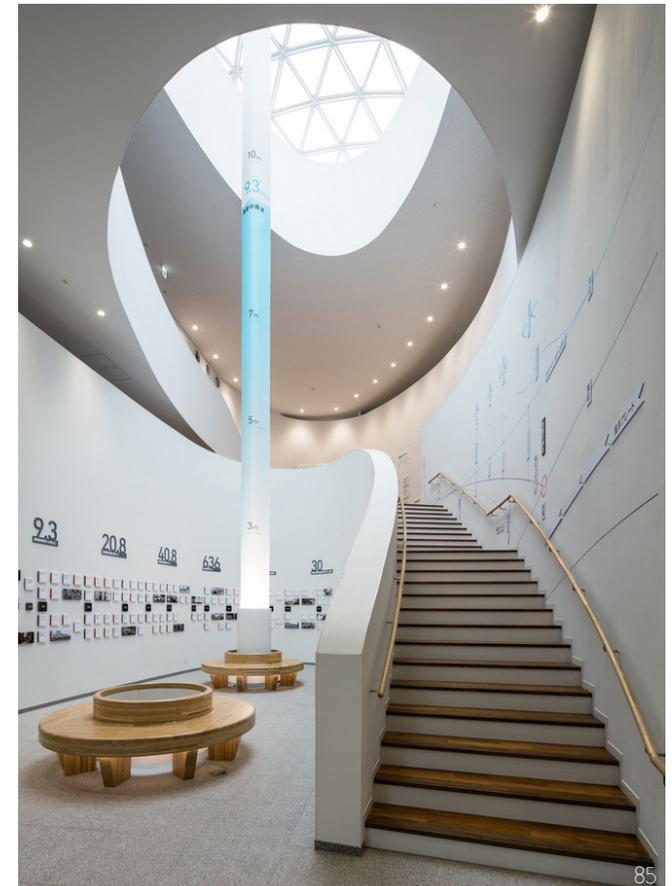
#### NÚMERO DE PLANTAS:

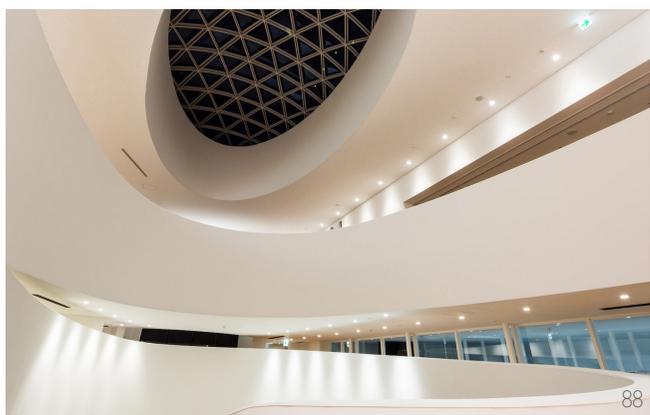
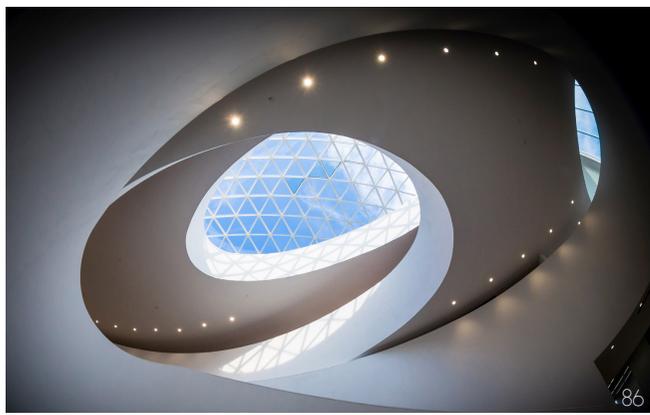
Tres plantas

#### PROGRAMA:

- Estacionamiento (8 vehículos de emergencia)
- Estacionamiento privado (7 vehículos)
- Sala de comunicaciones
- Recepción
- Comedor
- Habitaciones
- Baños
- Gimnasio
  - Duchas
  - Equipo de Gimnasio
- Sala de Exhibiciones

- Cocina
- Área de aseo
- Área de almacenamiento
- Cuarto de ropa
- Instalaciones
- Sala de ejercicio de emergencia
- Sala de uso múltiple
- Cuarto de equipos
- Vestuarios
- Equipo de comunicaciones y sala de servicio
- Centro de comandos
- Oficina de correspondencia
- Oficina de la sede de defensa contra incendios
- Cocina pequeña
- Sala de impresiones
- Sala de bomberos
- Sala de abastecimiento
- Sala de conferencias
- Armarios de equipos de fuego
- Sala de jefe de bomberos
- Sala de reuniones
- Zona de mangueras
- Cuarto de lavado de equipos
- Cuarto de esterilización
- Sala de bombas contra incendios





Img. 85-90: Centro Control de Desastres Mnamisoma (Arai, 2015)

Emplazamiento.

ESC:

1:1000

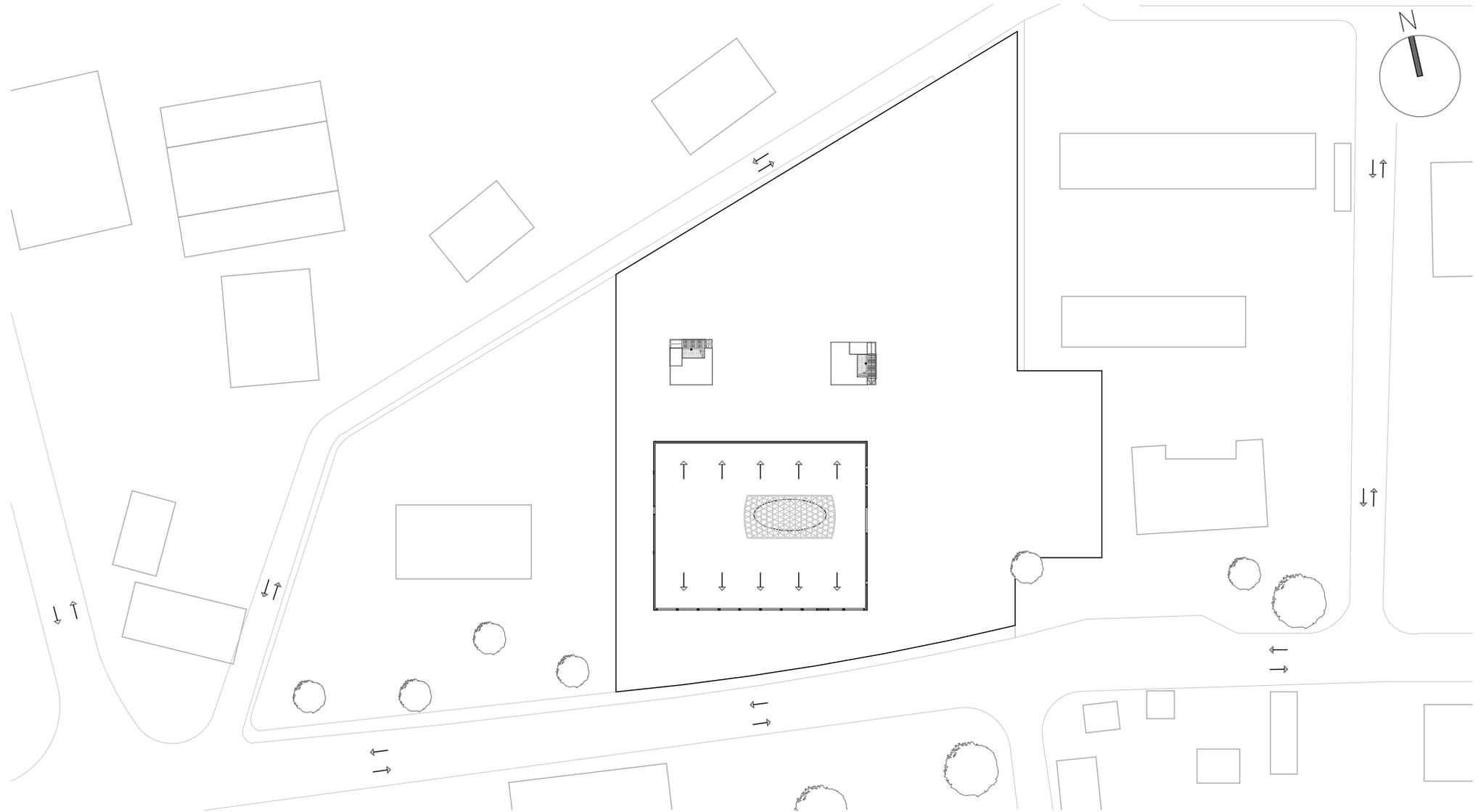
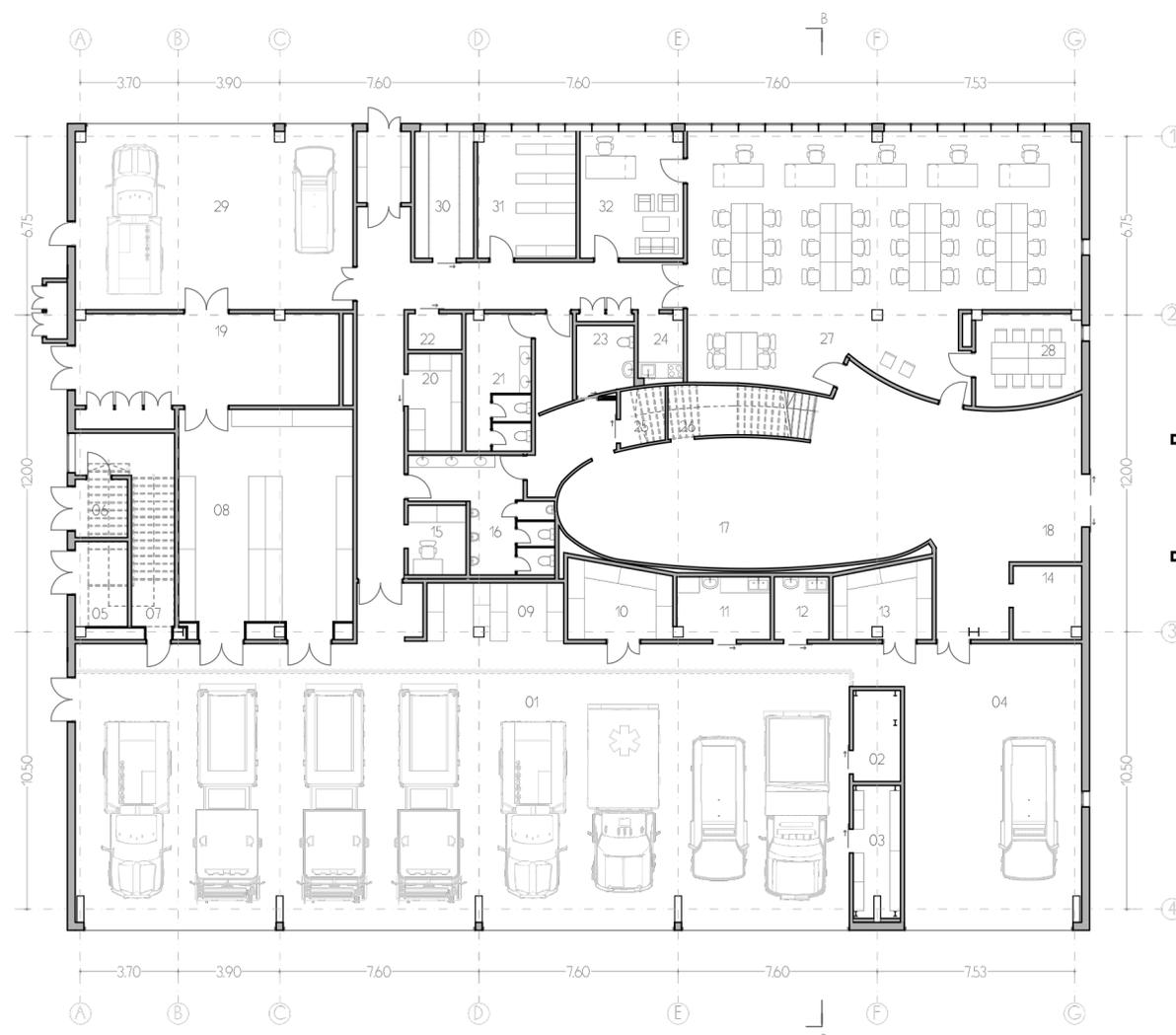


Fig. 107: Emplazamiento. (Autoras, 2019)

ESC: 1:300

Planta Baja.



### LISTADO DE ESPACIOS

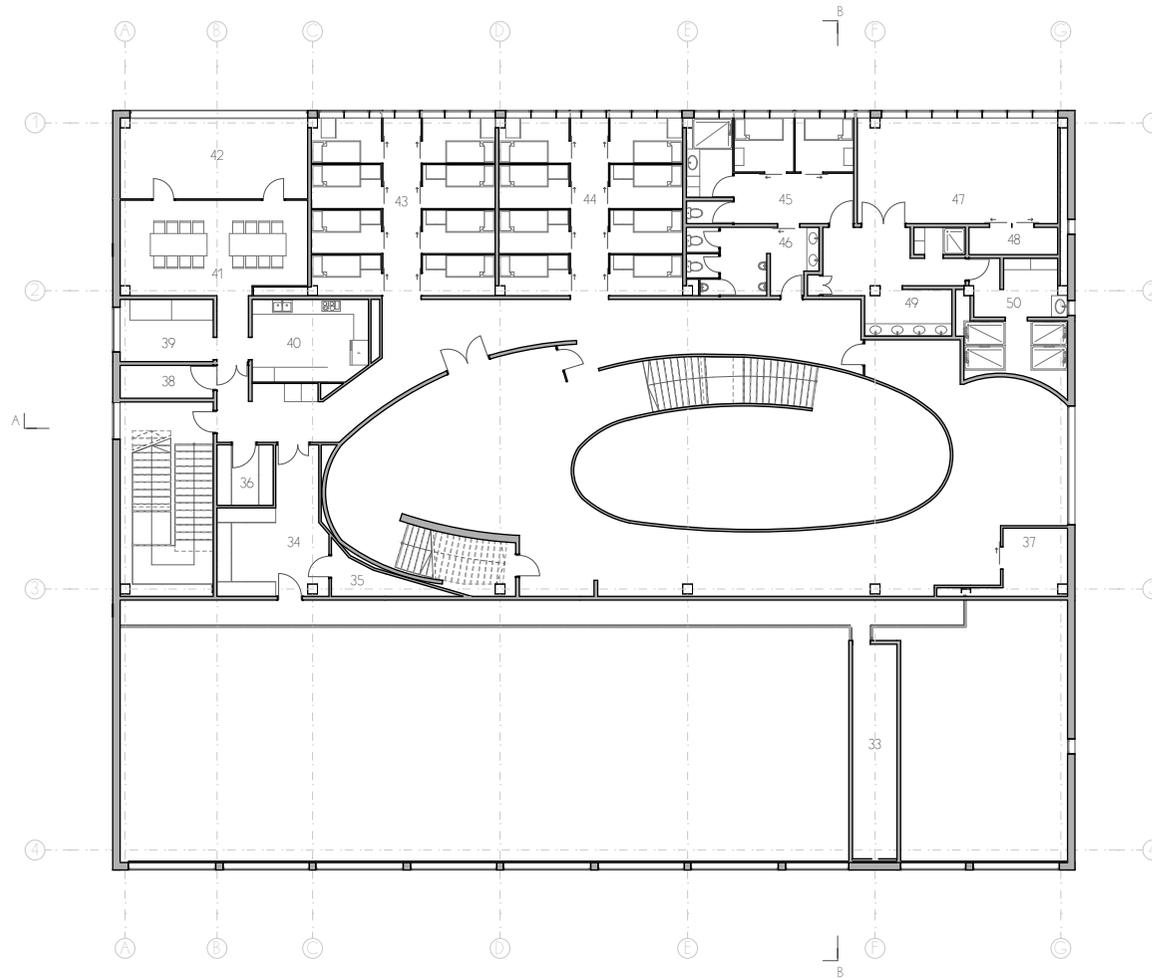
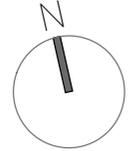
- |                                   |                                 |
|-----------------------------------|---------------------------------|
| 01 Estacionamiento 1              | 16 Servicios higiénicos hombres |
| 02 Almacenamiento                 | 17 Sala de exposiciones         |
| 03 Almacenamiento de herramientas | 18 Vestibulo                    |
| 04 Estacionamiento 2              | 19 Cuarto de equipos            |
| 05 Cuarto de bomba de agua        | 20 Bodega                       |
| 06 Depósito de basura             | 21 Baño mujeres                 |
| 07 Bodega                         | 22 Casilleros mujeres           |
| 08 Cuarto de equipos              | 23 Baño                         |
| 09 Almacenaje de mangueras        | 24 Cocina                       |
| 10 Bodega                         | 25 Cuarto de aseo               |
| 11 Cuarto de esterilización       | 26 Bodega                       |
| 12 Cuarto de aseo                 | 27 Oficinas                     |
| 13 Bodega de material médico      | 28 Sala de sesiones             |
| 14 Almacenaje                     | 29 Estacionamiento 3            |
| 15 Cuarto de prevención           | 30 Casilleros hombres           |
|                                   | 31 Archivo                      |
|                                   | 32 Oficina Jefe de Bomberos     |

Fig. 108: Planta Baja. (Autoras, 2019)

Primera Planta Alta.

ESC:

1:300

**LISTADO DE ESPACIOS**

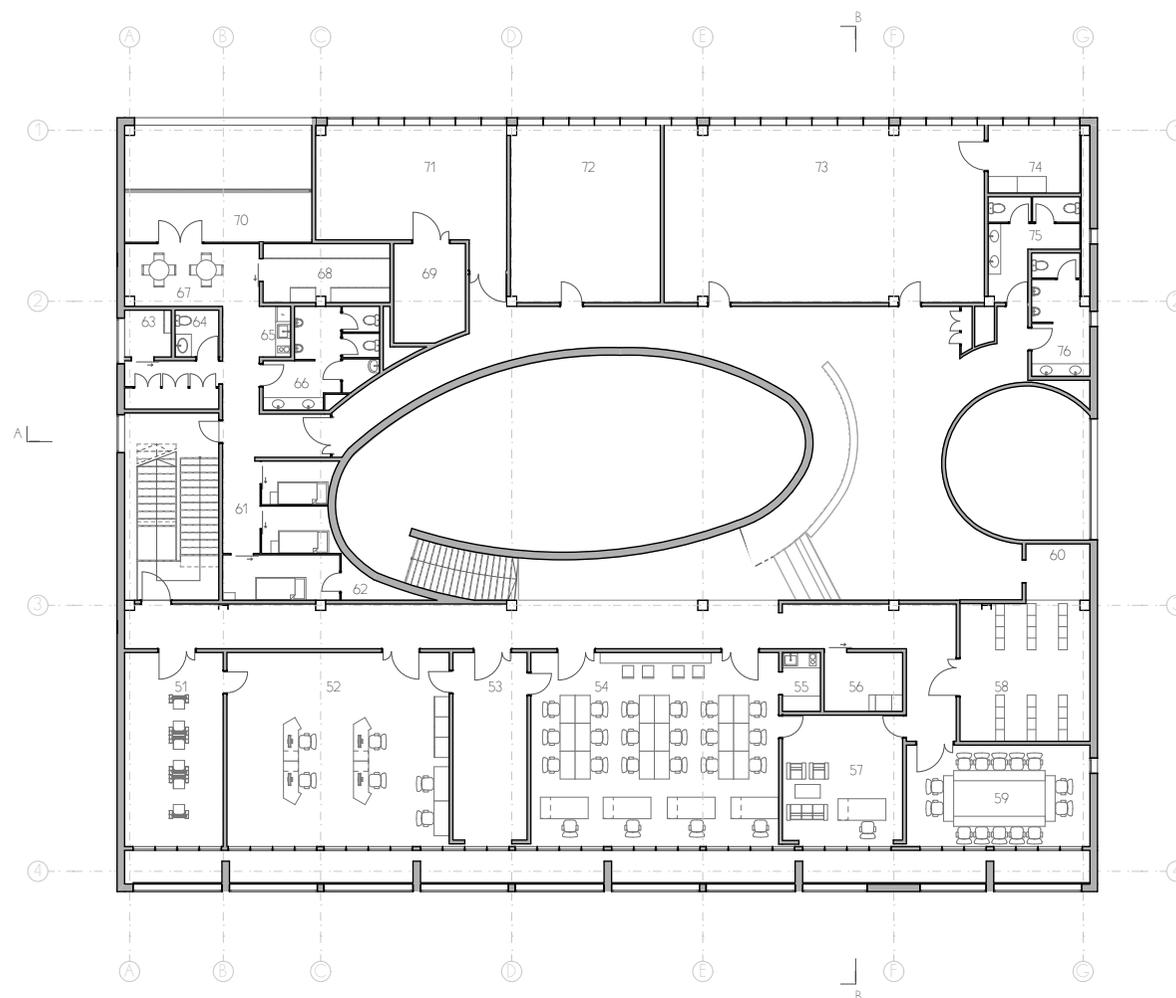
- 33 Almacenamiento de insumos
- 34 Bodega de material
- 35 Bodega
- 36 Lencería
- 37 Almacenaje
- 38 Instalaciones
- 39 Almacenamiento de equipos de fuego
- 40 Cocina
- 41 Comedor
- 42 Balcón
- 43 Habitaciones hombres
- 44 Habitaciones hombres
- 45 Habitación mujeres
- 46 Baño hombres
- 47 Gimnasio
- 48 Cuarto de equipos
- 49 Cuarto de aseo
- 50 Cuarto de baño

Fig. 109: Planta Alta (Autoras, 2019)



ESC: 1:300

Segunda Planta Alta.



### LISTADO DE ESPACIOS

- |                                 |                       |
|---------------------------------|-----------------------|
| 51 Cuarto de telecomunicaciones | 69 Cuarto de equipos  |
| 52 Central de llamadas          | 70 Balcón             |
| 53 Oficina de correspondencia   | 71 Sala de simulacros |
| 54 Oficinas                     | 72 Sala multiusos 1   |
| 55 Cocina                       | 73 Sala multiusos 2   |
| 56 Cuarto para impresiones      | 74 Cuarto de equipos  |
| 57 Oficina Jefe de Bomberos     | 75 Baño de mujeres    |
| 58 Archivo                      | 76 Baño de hombres    |
| 59 Sala de conferencias         |                       |
| 60 Almacenaje                   |                       |
| 61 Cuarto de descanso           |                       |
| 62 Bodega                       |                       |
| 63 Casilleros mujeres           |                       |
| 64 Baños                        |                       |
| 65 Cafetería                    |                       |
| 66 Baño hombres                 |                       |
| 67 Comedor                      |                       |
| 68 Casilleros hombres           |                       |

Fig. 110: Planta Baja. (Autoras, 2019)

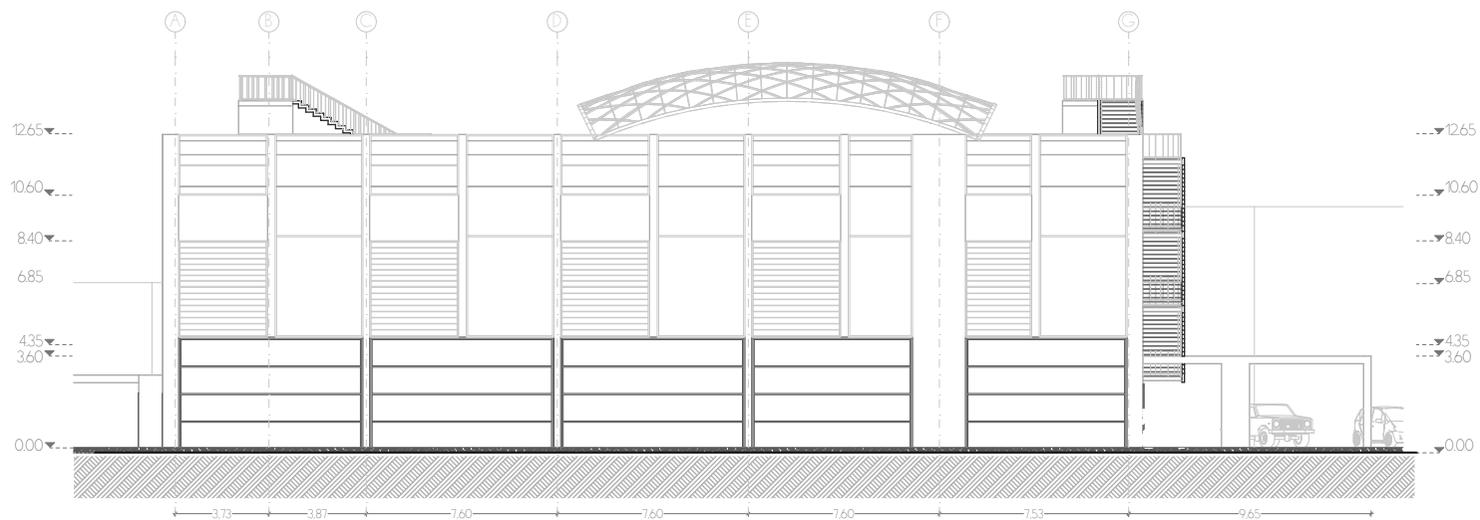


Fig. 111: Elevación Sur. (Autoras, 2019)

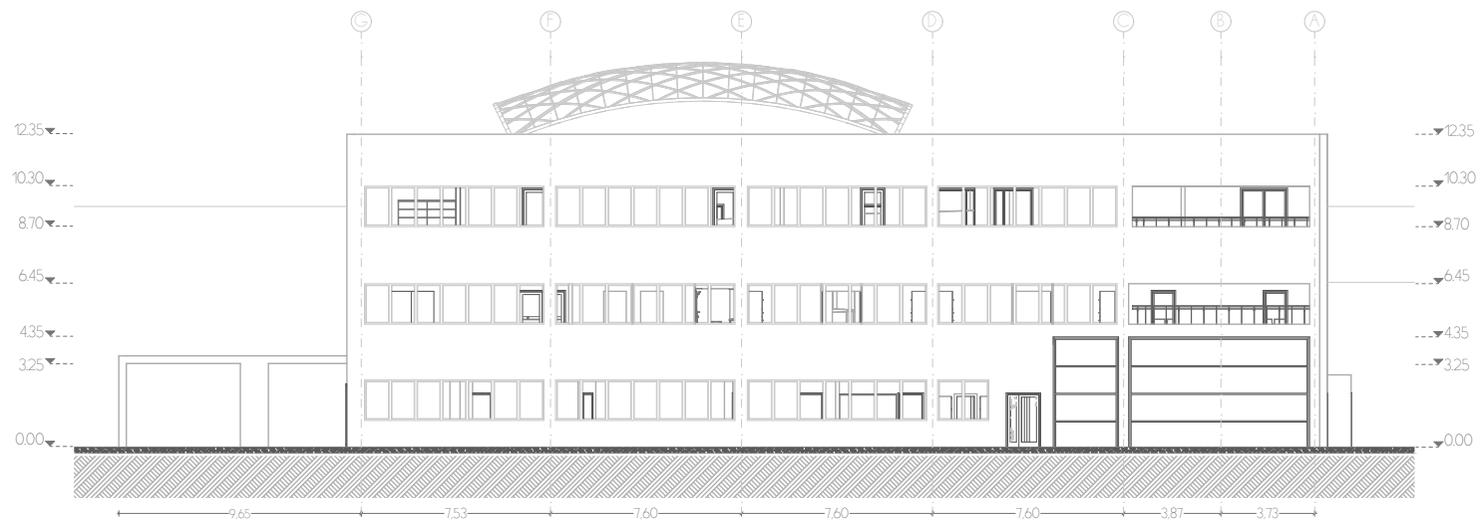


Fig. 112: Elevación Norte. (Autoras, 2019)



ESC:

1:300

Elevaciones.

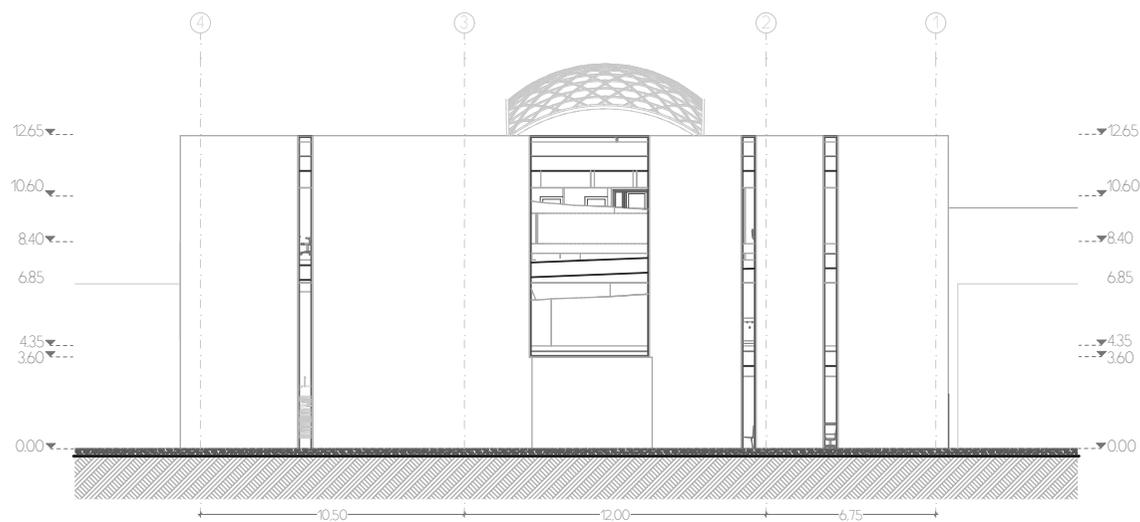


Fig. 113: Elevación Este. (Autoras, 2019)

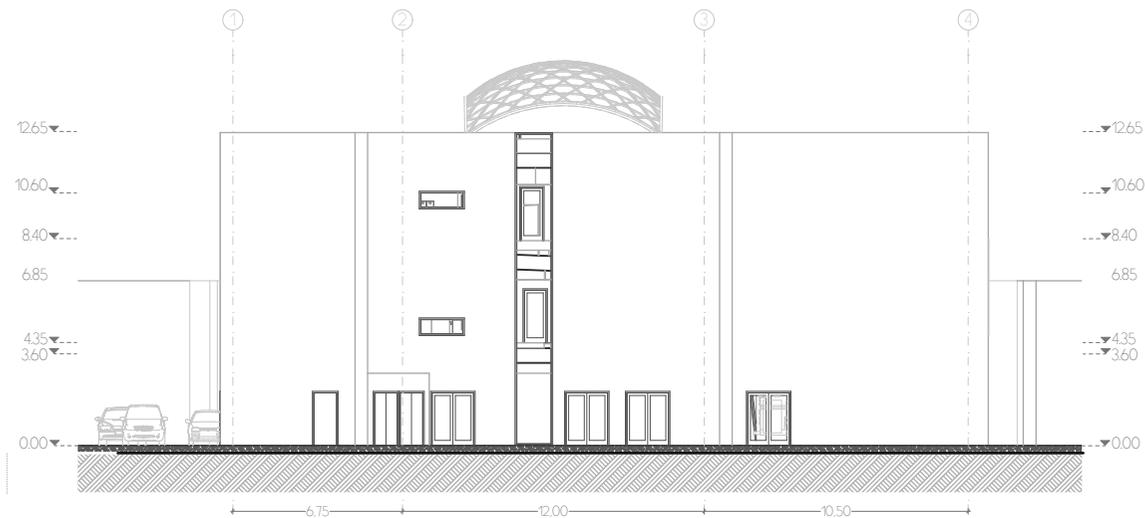


Fig. 114: Elevación Oeste. (Autoras, 2019)

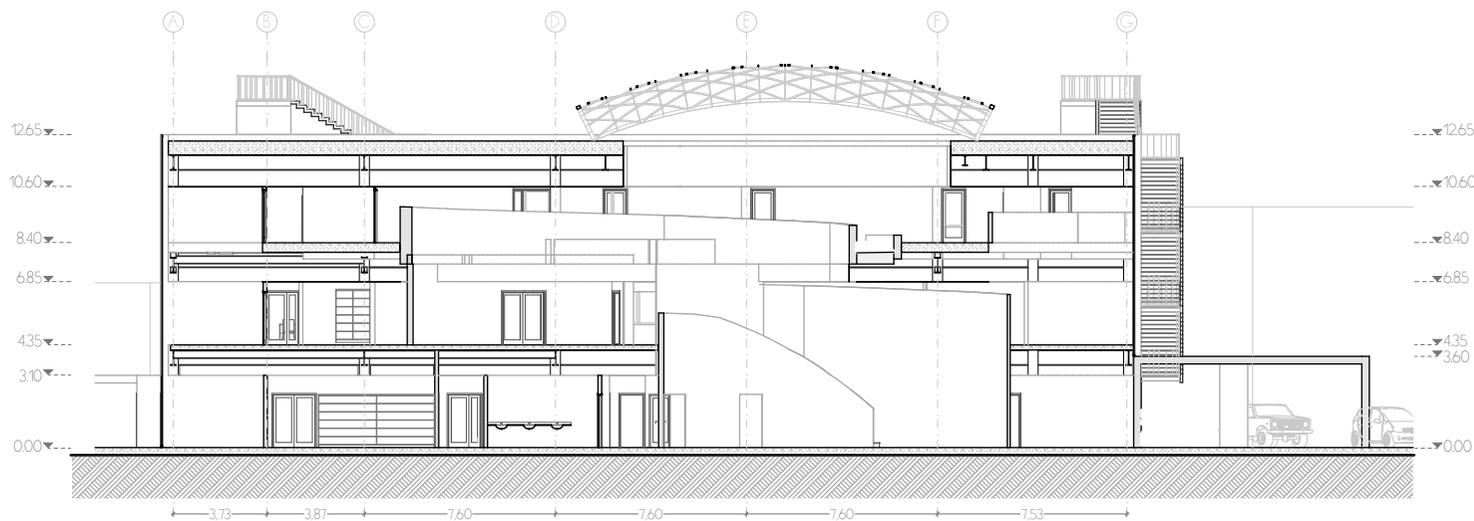


Fig. 115: Sección A-A. (Autoras, 2019)

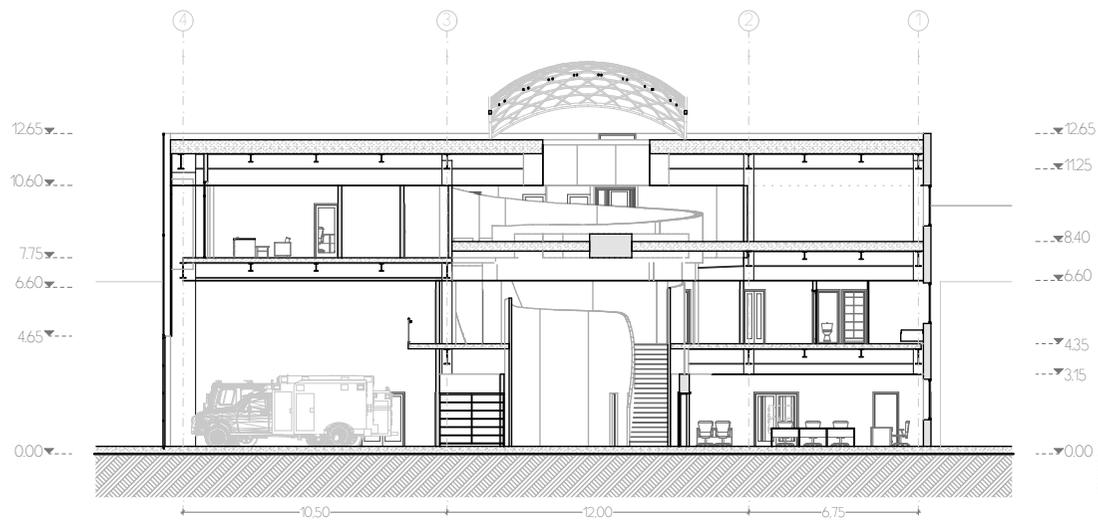


Fig. 116: Sección B-B. (Autoras, 2019)

Análisis de la malla vial y el contexto,

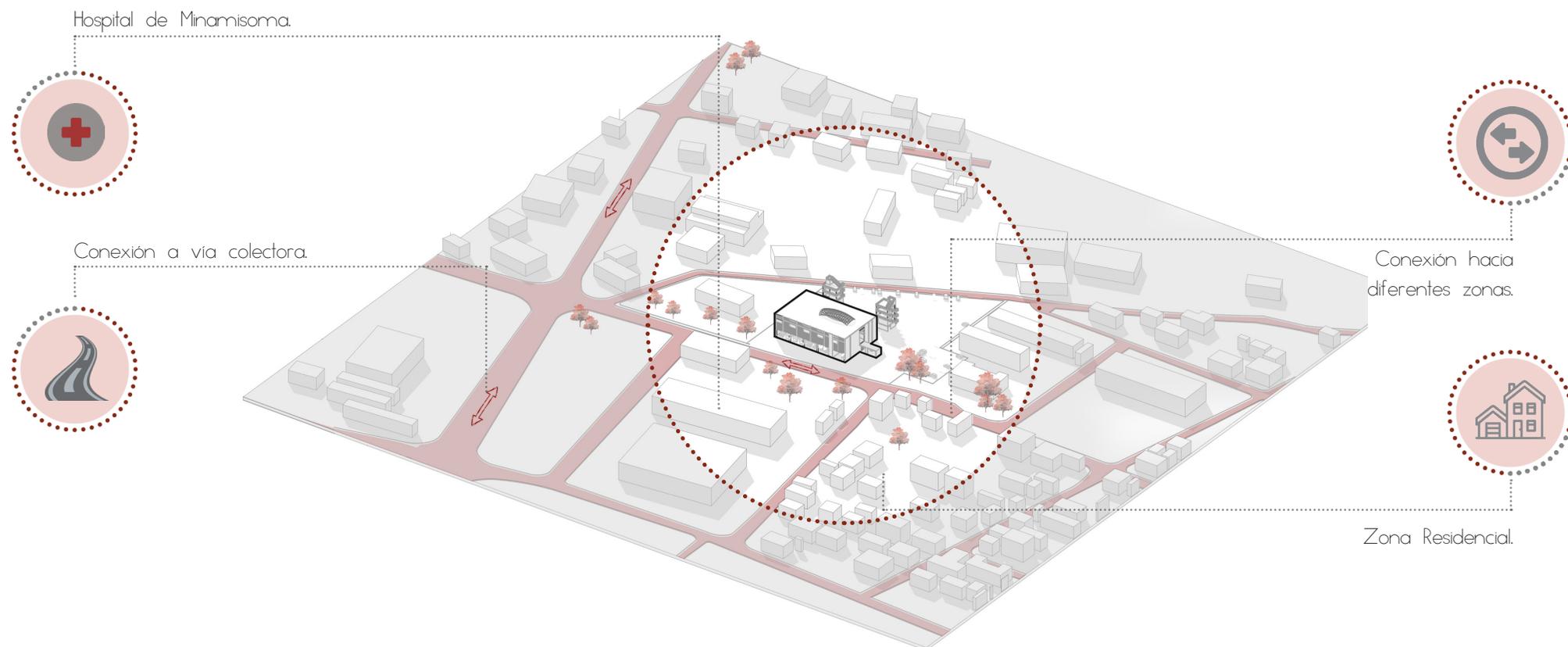


Fig. 117: Esquema análisis de la malla vial y contexto. (Autoras, 2019)

El predio en el que se emplaza la estación cuenta con dos accesos desde vías locales, dichas vías se conectan de manera directa con una vía principal, posibilitando

conexiones a diferentes puntos de la zona de cobertura. Cuenta con espacio para maniobras de vehículos y acceso independiente para estacionamiento de visitantes.

### Análisis de accesos y materialidad.

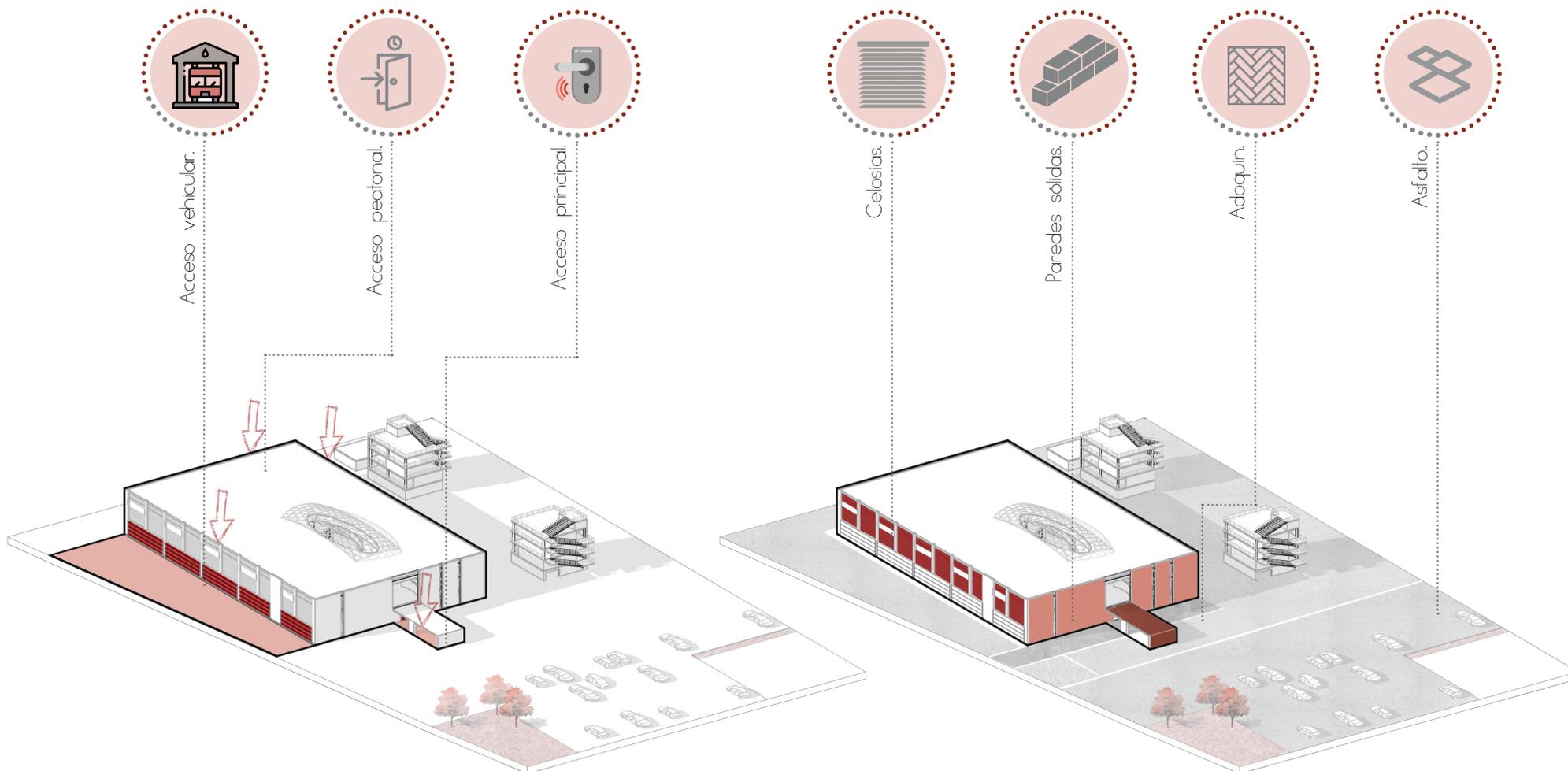


Fig. 118: Esquema análisis de accesos. (Autoras, 2019)

Fig. 119: Esquema análisis de materialidad. (Autoras, 2019)

Se destina un gran acceso vehicular dispuesto hacia la vía más relevante, los accesos peatonales se sitúan en los costados, existiendo uno principal y uno secundario.

La materialidad se caracteriza por celosías en las fachas principales y paredes sólidas en las laterales, se identifican zonas a través de texturas a nivel de piso.

Análisis de espacios.

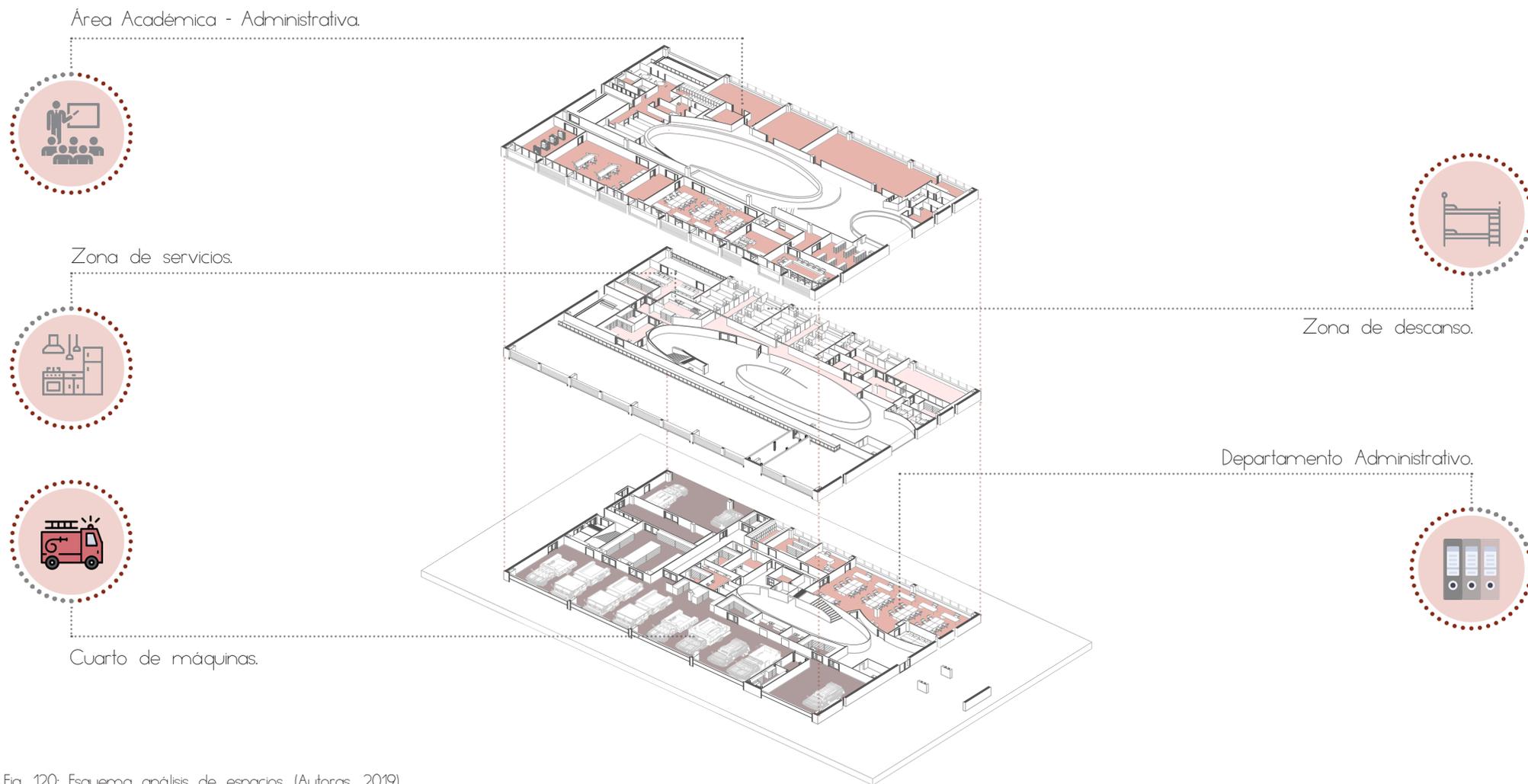


Fig. 120: Esquema análisis de espacios. (Autoras, 2019)

Se distribuyen en planta baja los cuartos de máquinas y parte administrativa, en la primera planta alta se ubica el área residencial y de servicios y la segunda planta

alta se asigna para la parte operativa. Cuenta con dos circulaciones verticales, una de uso común y otra de uso exclusivo para conectarse con el estacionamiento.

Análisis de conexiones.

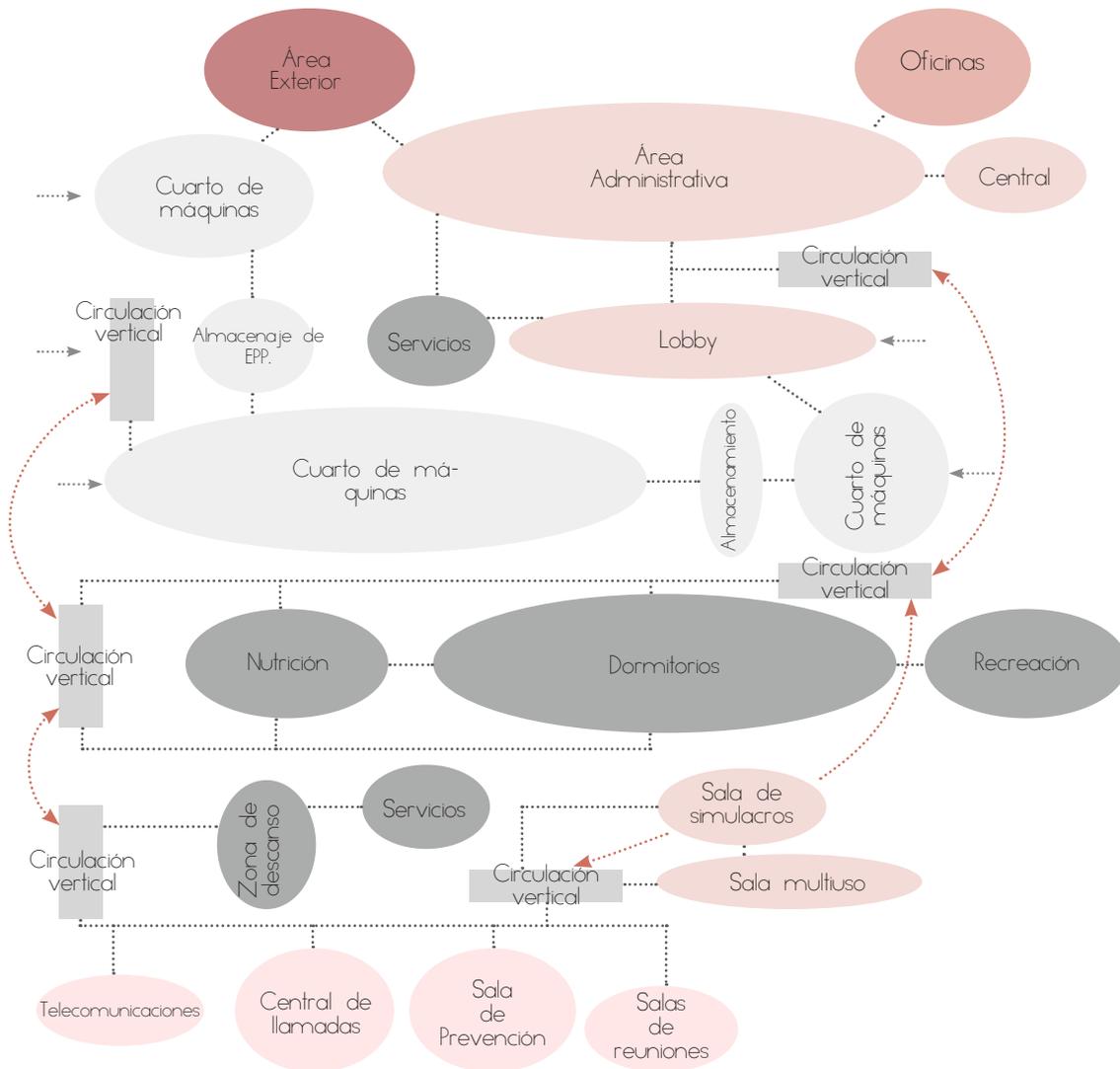


Fig. 121: Esquema conexiones entre Planta Baja y Planta Alta. (Autoras, 2019)

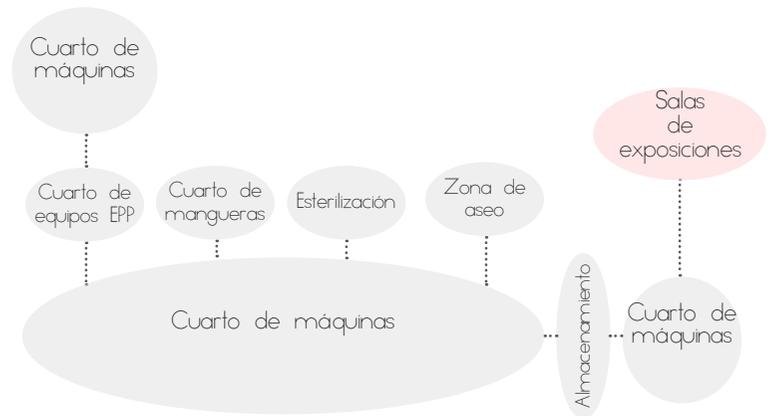


Fig. 122: Esquema conexiones cuarto de máquinas. (Autoras, 2019)

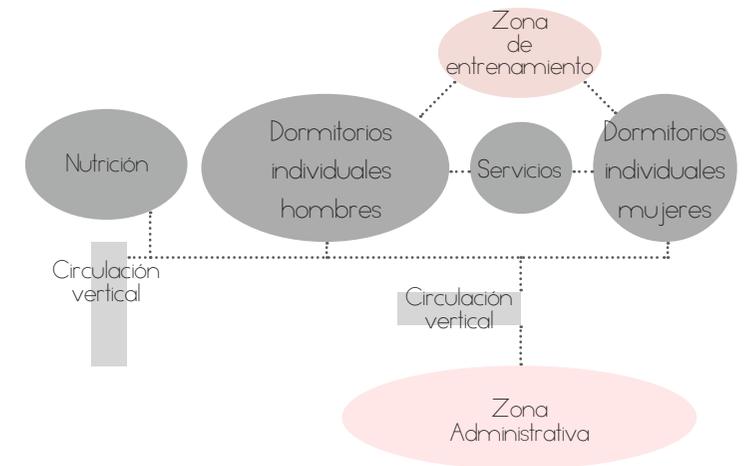


Fig. 123: Esquema conexiones área residencial. (Autoras, 2019)



Análisis de alturas y circulaciones.

- Punto de partida — Trayecto principal ▲ Acceso principal ● Administración
- Punto de llegada - - - Trayecto secundario ● Cuarto de Máquinas ● Residencia

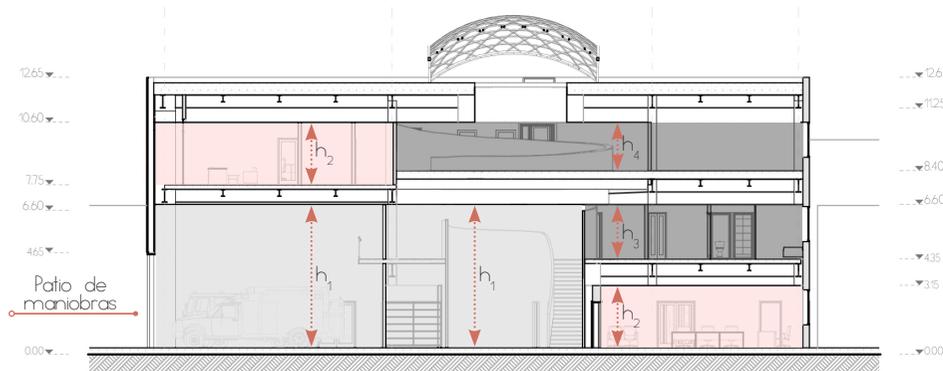


Fig. 124: Esquema análisis de alturas. (Autoras, 2019)

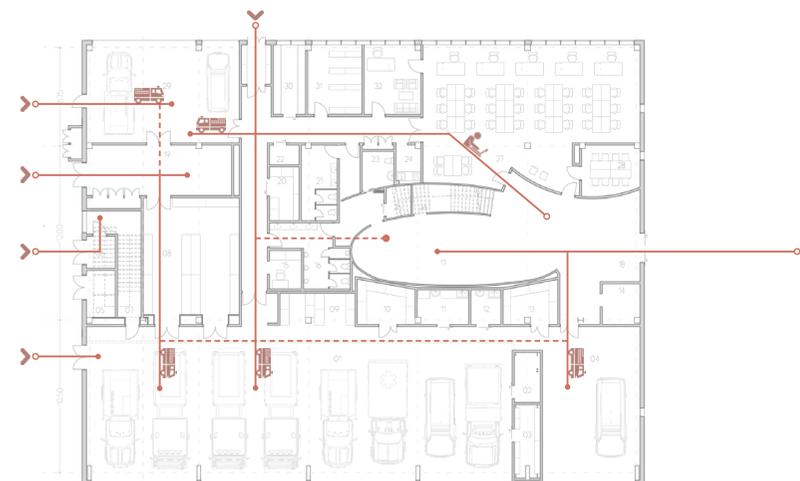


Fig. 125: Esquema circulaciones Planta Baja. (Autoras, 2019)

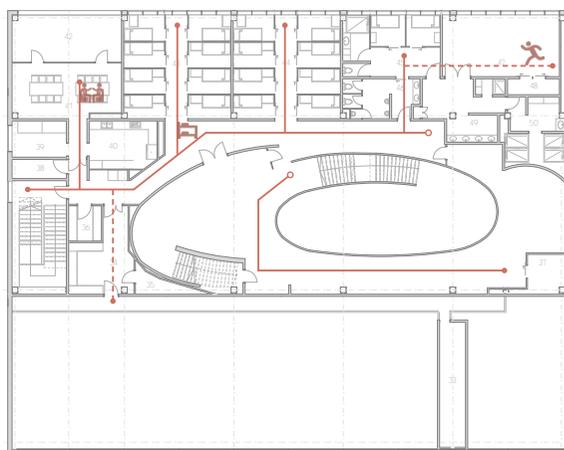


Fig. 126: Esquema circulaciones Segunda Planta Alta. (Autoras, 2019)

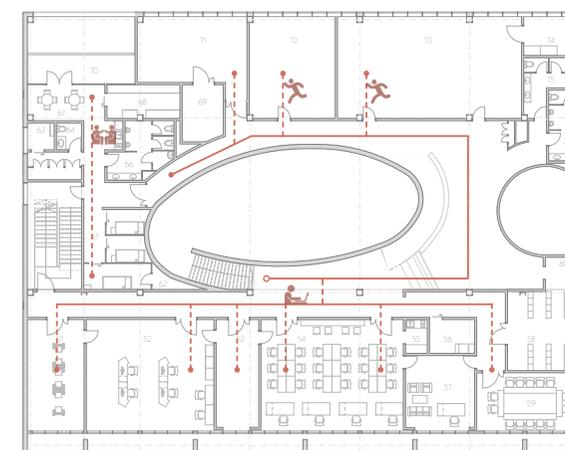


Fig. 127: Esquema circulaciones Primera Planta Alta. (Autoras, 2019)

A diferencia del resto de estaciones antes analizadas, el manejo de la estación de Minamisoma es más complejo debido al programa que abarca. Esta estación cuenta con 3 pisos, de igual modo, diferenciados por sus alturas en las áreas de

estacionamiento, administración y residencia. Existen varias conexiones espaciales que conducen hacia los cuartos de máquinas, buscando reducir los trayectos amplios.

### 3.3 RESULTADOS Y COMPARACIÓN DE CASOS DE ESTUDIO

#### 3.3.1 Tabla Resumen de criterios de diseño aplicados en Casos de Estudio

En la siguiente tabla se muestran los criterios extraídos de los casos de estudio:

N°	CRITERIOS DE DISEÑO	CASOS QUE CUMPLE CON LOS CRITERIOS		
		Estación de Santo Tirso	5ª Compañía la Concepción	C. de Desastres en Minamisoma
<b>ESTRATEGIAS DE IMPLANTACIÓN Y RELACIÓN CON EL ENTORNO</b>				
01	· Mantener el modelo de implantación de las edificaciones aledañas.	x		
02	· El acceso vehicular para los camiones de emergencia se ubica en una vía de escaso tráfico vehicular.	x		x
03	· Genera una vía exclusiva para ingreso de vehículos de emergencia con el fin de permitir que los vehículos queden dispuestos hacia la calle y salir de forma inmediata.	x		
04	· La vía en la que se emplaza se conecta con vías principales que permiten dirigirse hacia diferentes puntos de la ciudad.	x	x	x
05	· La estación cuenta con una plaza para maniobras de los vehículos al momento de su retorno al cuartel.	x	x	x
<b>SOLUCIONES ARQUITECTÓNICAS</b>				
01	· La disposición de los espacios permite identificar las diferentes áreas funcionales de una manera sencilla.	x		
02	· Todos los espacios del programa están zonificados para separar usos y a su vez todas las zonas se encuentran conectadas para su correcto funcionamiento.	x	x	x
03	· El cuarto de máquinas es completamente independiente del área de personal.	x	x	x

Tabla 18: Resumen de criterios de diseño. (Autoras, 2019)



3.2.1 Tabla Resumen de criterios de diseño aplicados en Casos de Estudio

N°	CRITERIOS DE DISEÑO	CASOS QUE CUMPLE CON LOS CRITERIOS		
		Estación de Santo Tirso	5ª Compañía la Concepción	C. de Desastres en Minamisoma
SOLUCIONES ARQUITECTÓNICAS				
04	· El diseño cuenta con accesos a la estación que permiten conectarse a áreas específicas desde el exterior.	x	x	x
05	· Los espacios del programa se distribuyen de manera que se separa el área que es netamente privada del personal permanente del área para voluntarios.	x	x	
06	· El sistema constructivo que se utiliza ha sido implementado con el propósito de generar ampliaciones a futuro dependiendo de las necesidades que surjan.		x	
07	· Independiza el aparcamiento de vehículos de emergencia de los de visitas.		x	x
08	· Se establece una circulación vertical exclusiva para acceder al cuarto de máquinas principal.			x
09	· El programa cuenta con espacios fundamentales como son la sala de recreación o entrenamiento físico.			x
10	· Con cualquier parcela asignada la estación resuelve los límites de una forma no invasiva, formando parte del entorno en el cual que se emplaza.	x		x
11	· El cuartel dispone de las instalaciones necesarias para extracción de gases emitidos por los vehículos.			x
12	· Se implementa una sala de exposición para concientización acerca de los desastres ocurridos para promover la prevención.			x
13	· Cuenta con áreas verdes proporcionando calidad espacial.	x		

Tabla 19: Resumen de criterios de diseño. (Autoras, 2019)

La Estación de Santo Tirso, la Quinta Compañía de La Concepción y el Centro de control de desastres del Cuerpo de Bomberos de Minamisoma se han analizado para extraer criterios de diseño favorables y poder comparar los resultados obtenidos con las soluciones arquitectónicas ejecutadas en dichas estaciones:

### **Criterios de localización e implantación respecto a ejes viales**

La solución que presentan los tres casos ante el impacto urbano es similar. La estación de Minamisoma y de Santo Tirso disponen la salida de vehículos hacia vías colectoras y la estación de Chile tiene salida directa hacia una vía arterial, permitiendo la vinculación con diferentes puntos en su radio de acción. Todas cuentan con un espacio de maniobras previo al equipamiento debido al tamaño de los vehículos de bomberos.

### **Criterios organizativos y dispocionales**

Tanto la estación de Santo Tirso como La Quinta Compañía de La Concepción segregan las áreas privadas de personal permanente de la de voluntarios, dando privacidad y comodidad a aquellos bomberos que se

encuentran en la estación constantemente contrario al caso de la Estación de Minamisoma. En los tres cuarteles, las zonas sociales destinadas para aspectos administrativos y preparación intelectual del personal se mantienen independientes del área residencial.

### **Criterios espaciales**

También se identifica que en todos los casos de estudio, las estaciones manejan tres alturas diferentes, con una altura baja en el área residencial, ya que en dicho espacio no existe gran cantidad de personas. El área administrativa se caracteriza por tener una altura media debido a que en estos espacios existe mayor cantidad de gente y por ende resulta favorable aumentar su altura libre, y el aparcamiento tiene una altura más significativa, debido al tamaño de los vehículos y por necesidades ambientales en cuando a la evacuación de gases tóxicos. Estas características son más evidentes en los casos N°1 y N°2, a diferencia del caso N°3 donde no se diferencia claramente las alturas en estas zonas. Los dos primeros casos de estudio carecen de espacios para preparación física y entretenimiento, mientras que el tercer caso de estudio cuenta con dos torres de



entrenamiento físico y gimnasio.

### **Criterios constructivos y estructurales**

La Quinta Compañía de la Concepción y la Estación de Minamisoma están diseñadas con estructura de acero y la estación de Santo Tirso utiliza muros portantes. Cada uno de los sistemas constructivos de las estaciones funcionan de manera apropiada, no obstante, el sistema constructivo utilizado en La Quinta Compañía de La Concepción (Estructura de acero y paneles EPS) fue considerado después de una catástrofe en Chile como solución rápida ante lo sucedido. También se proyectó esta estación con el fin de poder, a futuro, lograr una progresividad espacial, esto debido al requisito de implementación de varias estaciones en la ciudad de forma simultánea. A su vez, este tipo de sistema permite un ahorro económico a corto plazo para lograr abastecer a una mayor área de la ciudad, y a largo plazo para aprovechar dichas estaciones ya construidas y tener la posibilidad de evolucionar de manera progresiva.

### **Criterios arquitectónicos y de forma**

En cuanto a la resolución formal, el primer caso de

estudio es más respetuoso con el contexto, debido a que éste se adapta a la topografía y se utilizan materiales que responde al entorno. A su vez, la utilización de diferentes texturas permite identificar los distintos bloques funcionales como el administrativo, el cuarto de máquinas y la zona residencial. En el segundo y tercer caso, los conjuntos arquitectónicos no permiten la caracterización de espacios a través de sus acabados exteriores debido a que estas disponen todas las áreas funcionales en un solo bloque.

Para poder diferenciar de forma arquitectónica los diferentes espacios, ingresos y salidas; se utilizan ciertos elementos arquitectónicos como: marquesinas para destacar los accesos peatonales hacia las zonas administrativas. Además, se destacan los cambios de materialidad a nivel de piso, ya que estos permiten resaltar los diferentes espacios y accesos que poseen las estaciones.

Con éste análisis se logra concluir con criterios y estrategias claras de diseño, como pautas para resolver distintos problemas que se puedan presentar en el transcurso del diseño de nuevas estaciones de bomberos.