

# Comunicaciones Científicas y Tecnológicas Anuales 2020

Docencia  
Investigación  
Extensión  
Gestión



DOCENCIA  
INVESTIGACIÓN  
EXTENSIÓN  
GESTIÓN

## Comisión evaluadora

### Dirección General

Decano de la Facultad  
de Arquitectura y Urbanismo  
Dr. Arq. Miguel A. BARRETO

### Dirección Ejecutiva

Secretaría de Investigación  
Dra. Arq. Venettia ROMAGNOLI

### Comité Organizador

Herminia ALÍAS  
Andrea BENÍTEZ  
Anna LANCELLE  
Patricia MARIÑO  
Lucrecia SELUY  
Cecilia DE LUCCHI

### Asistentes - Colaboradores:

Carlos Ariel AYALA CHABAN  
César AUGUSTO

### Coordinación editorial y compilación

Secretaría de Investigación  
Dra. Arq. Venettia ROMAGNOLI

### Diseño y Diagramación

Marcelo BENÍTEZ

### Corrección de texto

Cecilia VALENZUELA

### Edición

Facultad de Arquitectura y Urbanismo  
Universidad Nacional del Nordeste  
(H3500COI) Av. Las Heras 727.  
Resistencia. Chaco. Argentina  
Web site: <http://arq.unne.edu.ar>

María Teresa ALARCÓN / Jorge ALBERTO / María Teresa  
ALCALÁ / Gisela ÁLVAREZ Y ÁLVAREZ / Abel AMBROSETTI  
/ Guillermo ARCE / Julio ARROYO / Teresa Laura ARTIEDA  
/ Milena María BALBI / Indiana BASTERRA / Claudia Virgi-  
nia BENYETO / Gladys Susana BLAZICH / Bárbara Celeste  
BREA / Walter Fernando BRITES / César BRUSCHINI / René  
CANESE / Sylvina CASCO / Mónica Inés CESANA BERNAS-  
CONI / Daniel CHAO / Rubén Osvaldo CHIAPPERO / Enrique  
CHIAPPINI / Mauro CHIARELLA / Susana COLAZO / Mario  
E. DE BÓRTOLI / Patricia DELGADO / Patricia Belén DEMUTH  
MERCADO / Juan Carlos ETULAIN / Claudia FINKELSTEIN /  
María del Socorro FOIO / Pablo Martín FUSCO / Graciela Ce-  
cilia GAYETZKY DE KUNA / Claudia Fernanda GÓMEZ LÓPEZ  
/ Elcira Claudia GUILLÉN / David KULLOCK / Amalia LUCCA  
/ Sonia Itatí MARIÑO / Fernando MARTÍNEZ NESPRAL /  
Aníbal Marcelo MIGNONE / María del Rosario MILLÁN /  
Daniela Beatriz MORENO / Martín MOTTA / Bruno NATALINI /  
Claudio NÚÑEZ / Patricia NÚÑEZ / Susana ODENA / Mariana  
OJEDA / María Mercedes ORAISÓN / Silvia ORMAECHEA /  
María Isabel ORTIZ / Jorge PINO BÁEZ / Nidia PIÑEYRO /  
Ana Rosa PRATESI / María Gabriela QUIÑÓNEZ / Liliana  
RAMIREZ / María Ester RESOAGLI / Laura Liliana ROSSO /  
Mario SABUGO / Lorena SÁNCHEZ / María del Mar SOLÍS  
CARNICER / Luciana SUDAR KLAPPENBACH / César VA-  
LLEJOS TRESSENS / Luis VERA

---

### ISSN 1666-4035

Reservados todos  
los derechos. Im-  
preso en Vía Net,  
Resistencia, Chaco,  
Argentina. Septiem-  
bre de 2017.

La información contenida en este vo-  
lumen es absoluta responsabilidad de  
cada uno de los autores.

Quedan autorizadas las citas y la repro-  
ducción de la información contenida en  
el presente volumen con el expreso re-  
querimiento de la mención de la fuente.



# PLAN DE NECESIDADES, PROGRAMA ARQUITECTÓNICO Y CRITERIOS PARA EL ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE RAEE EN EL NE ARGENTINO

## RESUMEN

En el marco del proyecto de investigación aplicada "Proyecto de planta de reciclado de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) para la región Nordeste Argentina (NEA)" del grupo de investigación del CEGAE y AGENTIA, se lleva a cabo esta investigación, con el fin de desarrollar y definir los lineamientos y pautas generales para el diseño de esta planta de RAEE, integrando principios de sustentabilidad y eficiencia energética. Se expone el proceso de desarrollo del plan de necesidades, el programa arquitectónico, así como lineamientos y pautas para el planteo preliminar de alternativas del edificio, aplicando criterios de sustentabilidad como marco general orientador.

## PALABRAS CLAVE

Pautas de diseño; RAEE; sustentabilidad.

## OBJETIVOS

Desarrollar el plan de necesidades, programa arquitectónico y planteo preliminar de alternativas de una planta de RAEE que va a implantarse en el NEA, aplicando criterios de sustentabilidad como marco general orientador, lo que incluye el uso racional de energía y recursos.

## INTRODUCCIÓN

Una planta de tratamiento de RAEE es un edificio industrial, dedicado a la recepción, clasificación, separación, desarme, trituración y disposición final de los elementos que se obtienen de todo tipo de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, que por tales deben ser tratados como peligrosos y con todas las precauciones correspondientes. En el marco del proyecto de investigación aplicada "Proyecto de planta de reciclado de RAEE para la región Nordeste Argentino (NEA)", del grupo de investigación del CEGAE y AGENTIA, se lleva a cabo esta investigación con el fin de

**Sofía ARSUAGA;**  
**Herminia ALÍAS**  
 sofiaarsuaga@gmail.com

- Becaria de Investigación de Iniciación de la Secretaría General de Ciencia y Técnica de la UNNE. Centro de Gestión Ambiental y Ecología, UNNE.
- Directora de Beca de Iniciación SGCyT - UNNE. Profesora adjunta e investigadora FAU-UNNE.

desarrollar y definir los lineamientos y pautas generales para el diseño de esta planta de RAEE. Como instancias previas y sustentantes de estas fases finales del trabajo, se realizó un proceso de análisis e identificación de los indicadores de sustentabilidad que tener en cuenta para el diseño de este edificio. Continuando con el desarrollo del proceso de esta investigación, en el presente artículo se expone el proceso de desarrollo del plan de necesidades, programa arquitectónico y planteo preliminar de alternativas para un edificio de RAEE a implantarse en el NEA, aplicando los lineamientos de arquitectura sustentable y eficiencia energética definidos.

La Ley 14321, Provincia de Buenos Aires (2011) define los RAEE como "aparatos eléctricos y electrónicos desechados o a desecharse,



sus componentes, subconjuntos y consumibles que forman parte de los mismos, procedentes tanto de hogares particulares como de usos profesionales, a partir del momento en que pasan a ser residuos". Por sus características, son un conjunto de variados materiales con niveles también variados de contaminación. Se componen de aproximadamente un 72 % de materiales reciclables (plásticos, vidrio), un 25 % de materiales reutilizables (cables, motores), un 3 % de residuos peligrosos (tubos de rayos catódicos, gases de refrigeración, PCB).

El Convenio de Basilea (2000) es el principal antecedente sobre el manejo de RAEE. En él se incluyen entre los residuos peligrosos a todos aquellos desechos que contengan retardantes de llama policlorados y polibromados, metales pesados como el plomo, mercurio o cobre y toda la basura derivada de montajes eléctricos y electrónicos. Es por esto que los RAEE deben ser siempre considerados residuos peligrosos. Los aparatos electrónicos, en su funcionamiento normal, no son considerados ambientalmente peligrosos, ya que los potenciales contaminantes se encuentran encapsulados y en estado no dispersivo.

## **DESARROLLO**

A continuación, se expone la determinación de las condiciones, características y lineamientos que deberá cumplir el edificio en estudio, a través

de las etapas del plan de necesidades, programa arquitectónico y pautas de diseño y estudio de alternativas preliminares. En instancias previas de la investigación se desarrolló un grupo de indicadores de sustentabilidad de edificios industriales en el NEA a partir del análisis de casos según sistemas de certificación vigentes (Arsuaga, 2019), que configuran los requisitos para evaluar alternativas más eficientes en el diseño de plantas de tratamientos de RAEE en la región del NEA. Por otra parte, se trabaja actualmente en la evaluación de alternativas para definir la localización del edificio sobre la base de disponibilidades, factibilidades, criterios generales y específicos de diseño surgidos del programa arquitectónico y requisitos de sustentabilidad. Los resultados que se obtengan serán la base para el desarrollo del consecuente partido arquitectónico y anteproyecto de la planta.

### **1. Plan de necesidades de la planta de tratamiento de RAEE del NEA**

Se requiere, como primera medida, reconocer los procesos que se realizarán, las líneas de trabajo y sus correspondientes demandas. Luego, dichos procesos y sus necesidades asociadas se organizan y evalúan en una planilla. El diseño de la planta contempla trabajar con una capacidad máxima de siete toneladas por hora de RAEE. La planta funciona con tres líneas de trabajo que se corresponden a los siguientes tres grupos de aparatos:

- Línea 1: aparatos de refrigeración.

- Línea 2: CPU, lavarropas y microondas.
- Línea 3: TV y monitores CRT y LCD.

Cada línea tiene su correspondiente sector de depósito y su flujo de proceso, que luego se unifican al finalizar el recorrido.

En la figura 1 se presenta un croquis general o esquema de las líneas de proceso, junto con el flujo de proceso de cada línea y demás componentes de la planta. El trabajo realizado por el equipo de Centro de Gestión Ambiental y Ecología y Facultad de Ingeniería de la UNNE (Pinatti et al., 2019) y el trabajo final de carrera de cuatro alumnos de la facultad de ingeniería (Alles, Gómez Núñez, Petruk & Suárez, 2016), donde se desarrollaron los proyectos de la planta de tratamiento de RAEE para el NEA y su aplicación a escala municipal, definieron los lineamientos para identificar los requerimientos del sistema de procesos para el diseño de la planta de RAEE. Se organizan las áreas de trabajo en cinco zonas principales en la planta arquitectónica:

- Zona de descarga.
- Zona de procesamiento de las tres líneas de trabajo.
- Zona de depósitos de materiales.
- Playón de envíos.
- Área de oficinas y servicios.

Estos sectores o zonas tendrán las siguientes funciones en la operación de los RAEE:

- 1) Zona de descarga. Destinados al acopio de los dispositivos en espera

de su ingreso a cada una de las líneas de proceso. Contempla circulación y almacenamiento en tres sectores diferentes:

- Área de circulación de camiones y máquinas (tránsito, maniobra, estacionamiento, descarga).
- Sector de descarga y clasificación de los RAEE (operarios para descarga

y clasificación).

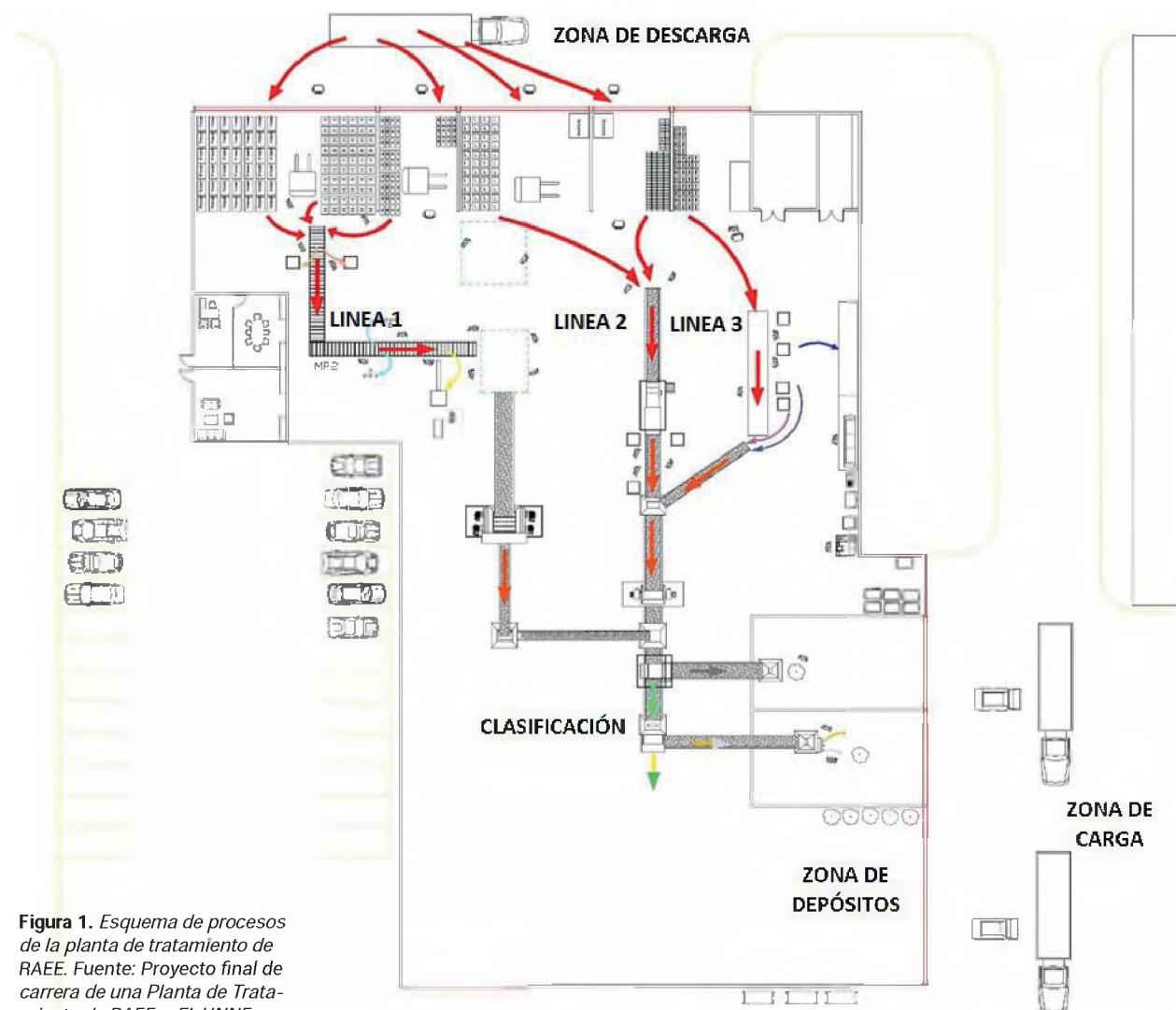
- Sector de depósito de aparatos en desuso, subdividido en tres depósitos:
  - Depósito 1: línea de procesos 1: freezers y heladeras.
  - Depósito 2: línea de procesos 1: aires acondicionados compactos y split.
  - Depósito 3: línea de procesos 2: lavarropas.

- Depósito 4: línea de procesos 2: microondas y las CPU.

- Depósito 5: línea de procesos 3: TV y monitores CRT y LCD.

2) Zona de procesamiento de las tres líneas de trabajo.

Todos los procesos se desarrollan sobre cintas transportadoras, realizando



**Figura 1.** Esquema de procesos de la planta de tratamiento de RAEE. Fuente: Proyecto final de carrera de una Planta de Tratamiento de RAEE – FI-UNNE



tres actividades esenciales:

- Desmontaje primario (manual) – clasificación en recuperables, peligrosos o en proceso.
- Trituración o desguace.
- Segundo tratamiento – aprovechables o no aprovechables.
- Línea de proceso 1 (RAEE de gran porte).

- Extracción de cables, TCI, capacidores, plásticos, estantes, burletes (MR1).
- Extracción de gas refrigerante (máquina recuperadora de gas). Extracción de compresor.
- Triturado del conjunto bobina-compresor.
- Corte de carcasa y extracción de

espuma de poliuretano.

- Línea de proceso 2 (RAEE de mediano y gran porte).
- Separación de motor y hormigón en lavarropas (CT1). Paso por la pretrituradora.
- Extracción de burletes, capacitores y TCI.
- TOLVA para procesados, líneas 2 y 3.

| TABLA 1 PLAN DE NECESIDADES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE RAEE DEL NEA |  |   |  |  |
|---|--|---|--|--|
| ZONA  | ESPACIO                                      | SUB-ESPACIO   |  |  |
| <b>Zona de descarga de RAEE</b>   | Sector de Tránsito de camiones               |   |  |  |
|   | Sector de Descarga y clasificación           | Sector de Clasificación y Separación.                 |  |  |
|   | Sector de Depósito de Aparatos en desuso     | Depósito 1: Línea de Proceso 1                        |  |  |
|   |  | Depósito 2: Línea de Proceso 1                        |  |  |
|   |  | Depósito 3: Línea de Proceso 2                        |  |  |
| <b>Zona de procesamiento</b>  | Línea de proceso 1                           | Desmontaje primario (Manual)                          |  |  |
|   |  | Trituración   |  |  |
|   |  | Segundo tratamiento                                   |  |  |
|   | Línea de proceso 2                           | Desmontaje primario (Manual)                          |  |  |
|   |  | Trituración   |  |  |
| <b>Zona de depósito</b>   | Línea de proceso 3                           | Segundo tratamiento                                   |  |  |
|   |  | Desmontaje primario (Manual)                          |  |  |
|   |  | Trituración   |  |  |
|   | Clasificación convergente de líneas 1, 2 y 3 | Segundo tratamiento                                   |  |  |
|   |  | TOLVA de Alimentación de separador magnético de banda |  |  |
| <b>Zona de envíos</b>   | Separadores vibrantes                        |   |  |  |
|   | Depósito de Recuperables                     |   |  |  |
| <b>Zona de Oficinas y servicios</b>                                     | Depósito de No Recuperables                  | Depósito de Peligrosos                                |  |  |
|   |  | Depósito de No Peligrosos                             |  |  |
|   | Sector de Tránsito de camiones               |   |  |  |
|   | Oficina administrativa                       |   |  |  |
| Oficina técnica   |  |   |  |  |
| Office - Cocina   |  |   |  |  |
| Sanitarios  |  |   |  |  |

Fuente: elaboración propia



- Ingreso a la trituradora 1.
- Línea de proceso 3 (los tratamientos para LCD y CRT requieren procedimientos diferentes).

Tratamiento para LCD:

- Desguace manual de equipos.
- Envío de plásticos y metales para envío a trituradora 1.
- Envío de cables (reciclado) y TCI (exportación) a sector de aprovechables.
- Envío de vidrios y luz de fondo a disposición final.

Tratamiento para CRT:

- Desguace manual de equipos (misma mesa que LCD).
- Envío de carcassas, yugos reflectores y bandas metálicas a CT3 hasta la trituradora 1.
- Envío de tubos de rayos catódicos a máquina de corte por hilo caliente.
- Envío de vidrios frontal (trituración y venta) y vidrio cónico a disposición final.
- Envío de TCI y cables a sector de contenedores de aprovechables.

Los materiales obtenidos en las tres líneas de trabajo convergen en la tolva de alimentación:

- Separador magnético de banda:
- Recolección de materiales ferrosos para ser triturados.
- Envío de metales no ferrosos y no metales hacia el separador de Foucault.
- Ambos pasaran por el separador vibratorio: recolección de aluminio de cobre y plásticos en no metales (para ser comercializados).

3) Zona de depósitos de materiales. Se acopian materiales clasificados de la siguiente manera:

- Recuperables (chatarra ferrosa, co-

bre, aluminio, plástico y vidrio, y RSU reciclables).

- No recuperables.
- Peligrosos. Elementos que serán exportados a recuperadoras de metales preciosos (placas o tarjetas de circuitos integrados (TCI), las baterías, discos duros, las memorias RAM, los procesadores, etc.). En otra zona debidamente señalizada y protegida, se acopian los residuos peligrosos destinados a la disposición final en rellenos de seguridad.
- No peligrosos.

4) Zona de envíos. Espacios de ingreso y circulación de camiones destinados a retirar materiales.

5) Área de oficinas y servicios. Este sector demanda los siguientes espacios:

- Oficina técnica.
- Oficina administrativa.
- Office-cocina.
- Baños.

## **2. Programa arquitectónico de la planta de tratamiento de RAEE del NEA**

El programa tiene como propósito definir el comportamiento que se considera conveniente para el objeto que se va a diseñar, y orientar el proceso de proyecto al logro de esas intenciones. Se empleará para la evaluación de la propuesta arquitectónica-tecnológica. El diseño de la planta de RAEE deberá responder a un estudio racional de las necesidades que satisfacer, que tenga en cuenta los distintos tipos de espa-

cios necesarios, de acuerdo con las particularidades de la función que va a albergar y los análisis de ejemplos y modelos realizados en instancias previas; las necesidades dimensionales de los espacios y la cantidad de espacios de cada tipo.

Las grandes zonas funcionales definidas en el plan de necesidades para avanzar sobre el programa de arquitectura del edificio de la planta de RAEE para el NEA son las siguientes:

- Zona de descarga.
- Zona de procesamiento.
- Zona de depósitos.
- Zona de envíos.
- Zona de oficinas y servicios.

A continuación, se define la zonificación y el organigrama funcional. Se proponen en función de las demandas particulares de cada zona y las necesidades de vinculación entre ellas. Se asigna un color a cada zona; estos colores también representarán los locales en el proceso de análisis. Se definen las cinco zonas planteadas inicialmente en el plan de necesidades y su interrelación a través de flechas que determinan el sentido de circulación. La dimensión en proporción de cada uno de los círculos representa la jerarquía en dimensiones respecto de los demás, al igual que las flechas. A su vez, cada una de estas zonas fue organizada en espacios o subzonas que se evalúan desde sus funciones e interacciones a continuación.



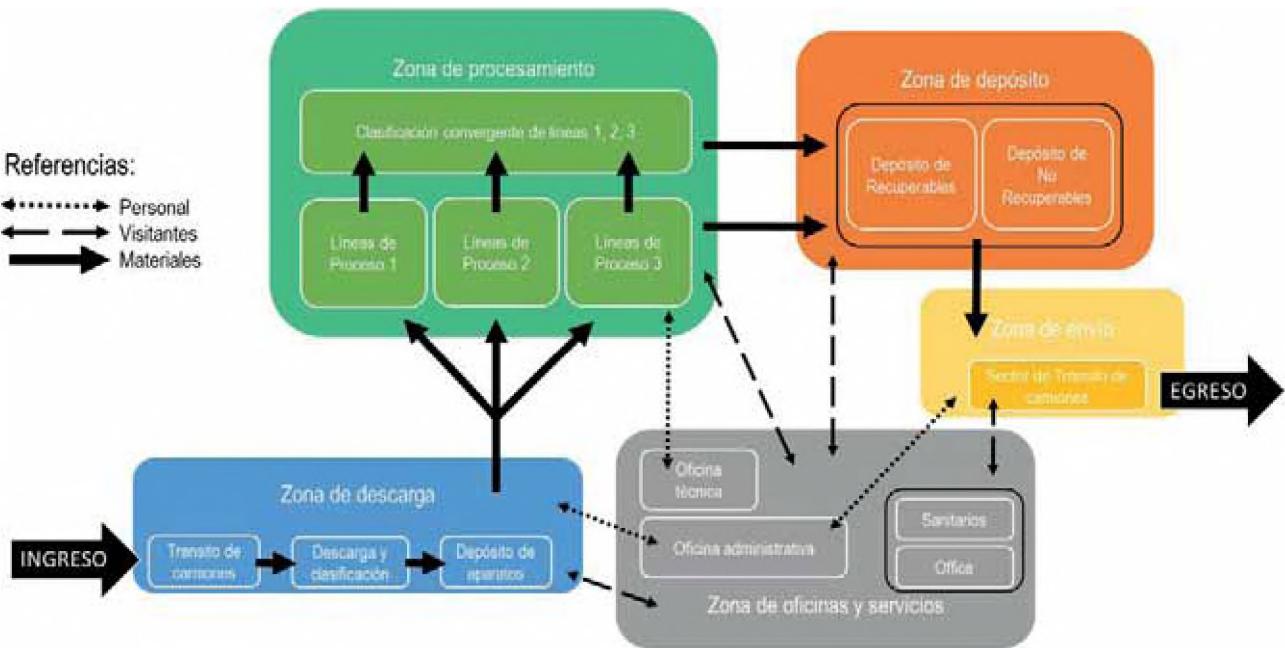


Figura 2. Organigrama funcional detallado. Fuente: elaboración propia

## 2.1. Criterios de diseño generales

### 2.1.A. Flexibilidad

Adecuación de locales a usos distintos. El edificio debe poder sufrir variantes en la distribución interna y crecer, programándose desde las necesidades iniciales hasta un dimensionamiento óptimo máximo. Resolución de las instalaciones permitiendo diferentes alternativas de conexión y fácil acceso para su mantenimiento. Los espacios deberán ser capaces de admitir modificaciones que puedan llevarse a cabo con facilidad, en la forma más simple y económica que sea posible. Una de las pautas que pueden facilitar la aplicación de este criterio es el planteo de una modulación de base del diseño, que permita

la organización geométrica y constructiva y la repetición de elementos constructivos y unidades espaciales, con ventajas técnico-operativas y economía en el uso del espacio y los elementos que lo materializan.

### 2.1.B. Economía (de todos los recursos)

Se obtendrá con el mayor rendimiento de los recursos disponibles. Se refiere a economía de los siguientes aspectos:

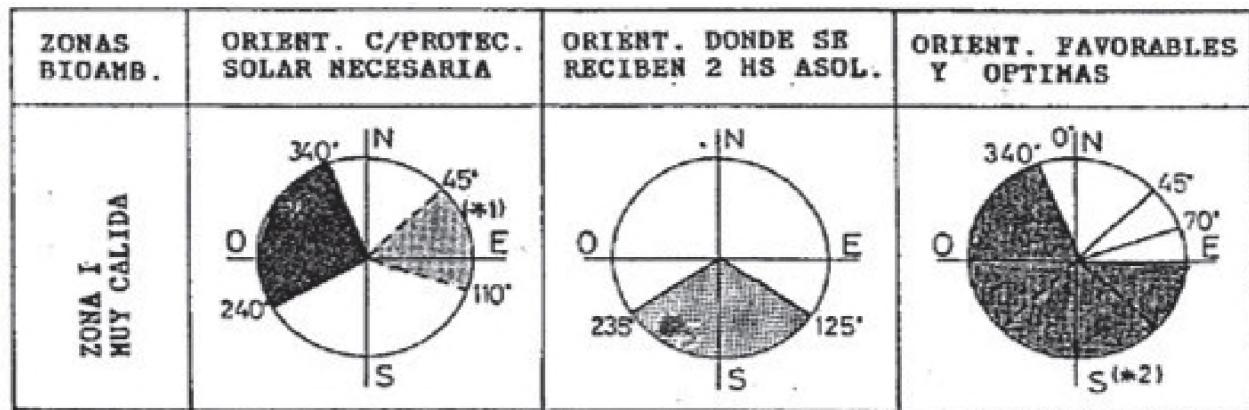
- Programación: mediante una ajustada enumeración de las necesidades.
- Diseño: obtener una organización del espacio que elimine locales superfluos, sobredimensionados o de poco uso.
- Construcción: adaptar el sistema constructivo y el material al uso de

la planta de RAEE. Se tenderá al logro de la máxima facilidad y celeridad en la ejecución, y –en la medida de lo posible– un mínimo de exigencias en el mantenimiento y conservación. También se buscará la mayor unificación y tipificación en los materiales de los componentes tecnológico-constructivos del edificio y sus instalaciones.

- Mantenimiento: reducción los costos derivados de conservación y reparaciones.
- Adaptación: a través de la flexibilidad del diseño, para facilitar futuras ampliaciones.

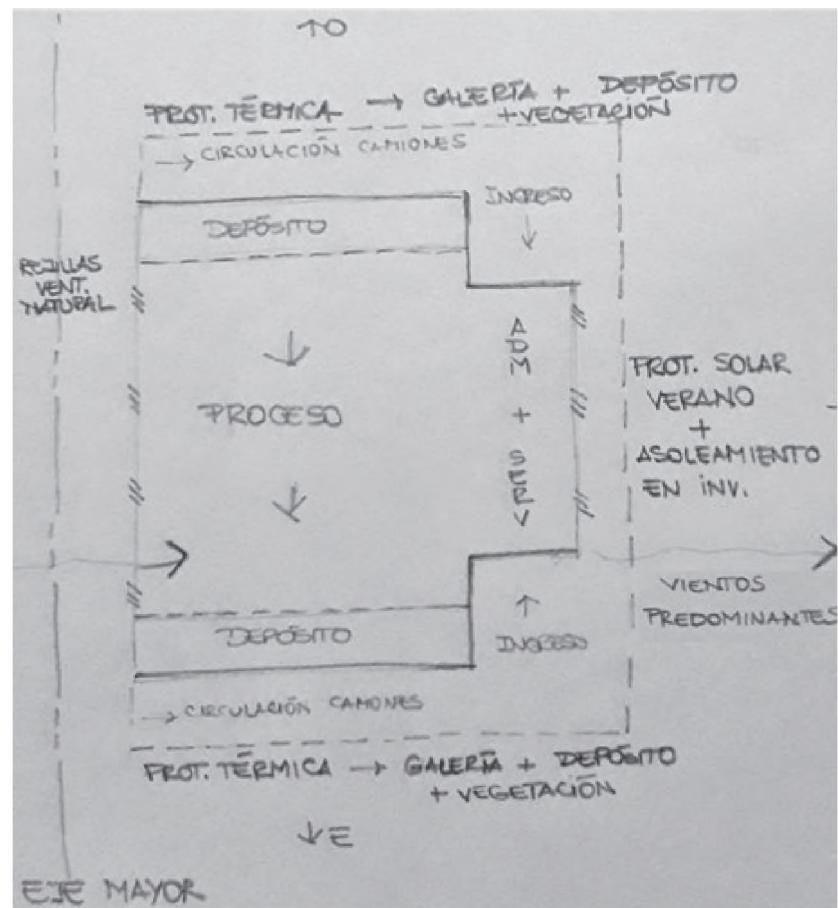
### 2.1.C. Sustentabilidad

En el ya citado artículo (Arsuaga, 2019), en el marco del proceso de trabajo de esta beca de investigación, se desarrolló un grupo de



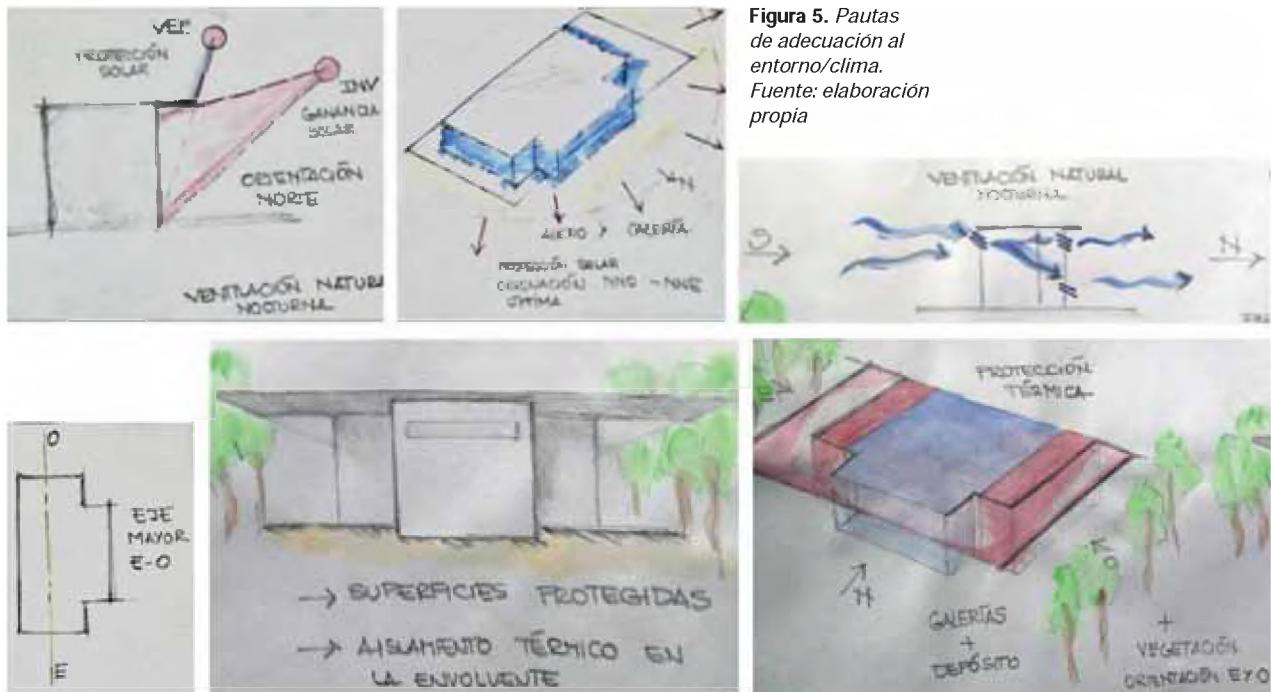
**Figura 3.** Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina (N.º de publicación IRAM 11603). Fuente: Instituto Argentino de Normalización y Certificación [IRAM] (2012)  
**Figura 3.** Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina (N.º de publicación IRAM 11603). Fuente: Instituto Argentino de Normalización y Certificación [IRAM] (2012)

indicadores locales y regionales que configuran los requisitos para evaluar alternativas para el diseño de plantas industriales en el NEA. Posteriormente, en trabajos posteriores (Arsuaga, 2019), se retomaron estos resultados y evaluaron antecedentes de plantas industriales dedicadas al tratamiento de RAEE, con el fin de desarrollar los indicadores específicos para el edificio de la planta de tratamiento de RAEE del NEA. Estos parámetros son tomados en consideración en la evaluación de criterios para el planteo de alternativas. A tal fin, los siguientes croquis representan las características generales en forma sintética, respecto de criterios de sustentabilidad vinculados con la adecuación del entorno, su localización y la definición de algunos criterios constructivos y de diseño.



**Figura 4.** Pautas de adecuación climática. Fuente: elaboración propia





**Figura 5. Pautas de adecuación al entorno/clima.**  
Fuente: elaboración propia

### 2.1.C.a. Localización. Criterios para la elección de predios para implantación del edificio

Se procurará la implantación de la planta de RAEE en un predio ubicado fuera de zonas urbanas, donde se pueda comprobar que los efectos por gases, ruidos, vibraciones, etc., no afecten a grupos sociales. Se buscará, si fuera posible, ubicarla en áreas destinadas a uso industrial, como parques industriales. Se evitará la implantación en suelos sensibles, parcelas protegidas o con capacidad de uso productivo o con restricciones, para lo que se evaluarán las condiciones geomorfológicas y de riesgos de tipo hídricos, de estabilidad de suelo, etc. El predio elegido deberá contar con transporte público en las

proximidades y las condiciones de infraestructura para que los operarios y visitantes puedan acceder. Se implementarán estrategias de reducción de impacto de áreas de estacionamientos, como por ejemplo, reducción de uso de suelo absorbente, reducción de superficie de estacionamiento, sistemas de reducción de impacto de áreas impermeabilizadas.

### 2.1.C.b. Adecuación del edificio al sitio / entorno / contexto y al clima (muy cálido y húmedo)

Se implementarán estrategias pasivas de reducción de ganancias térmicas y sobrecalentamiento de las superficies en las prolongadas épocas cálidas (protección solar y sombreado de áreas pavimentadas

a través de vegetación, estrategias pasivas de diseño –eje mayor del edificio en dirección este/oeste, uso de colores claros en muros exteriores y techos, disposición de vanos para ventilación cruzada, asoleamiento invernal en aberturas de dos horas como mínimo en el solsticio de invierno, composición de envolventes con valores de transmitancia térmica dentro del rango del nivel B de confort térmico, entre otros–). Estas estrategias se complementarán con sistemas activos de generación de energía, mediante fuentes renovables.

- Elección de materiales para la construcción del edificio.

Se procurará utilizar materiales que cuenten con Declaración Ambiental

de Productos (DAP) o etiquetas. En caso de no contar con DAP o etiquetas, se utilizarán materiales con reducido impacto ambiental en todo el proceso de producción y comercialización. Se reducirán los costos ambientales por transporte a través de la utilización de materiales obtenidos y producidos en las proximidades y los residuos de materiales de construcción, se reutilizarán, reciclarán y se utilizarán materiales reciclados.

- **Condiciones constructivas y de diseño de la envolvente**

Se incorporarán elementos de sombreado exterior, especialmente en paramentos y áreas acristaladas más comprometidos por su orientación o transmitancia térmica. Se utilizarán pinturas exteriores reflectantes para reducir la carga térmica. Se incorporarán aislaciones suficientes en toda la envolvente según requerimientos térmicos. Las aberturas deberán incluir tecnologías de reducción de transmitancia térmica y cristales de emisividad reducida, DVH. Se reducirán las superficies acristaladas, mientras las demandas de iluminación y ventilación natural lo permitan.

- **Calidad ambiental interior y confort de los ocupantes**

Se aplicarán estrategias pasivas de diseño para lograr el acondicionamiento ambiental interior y el confort (higrotérmico, acústico y lumínico) de los ocupantes, reduciendo todo lo que sea posible la necesidad de mecanismos activos de climatización.

Se implementarán estrategias para potenciar la iluminación natural y el aprovechamiento de la ventilación natural y cruzada. Si fuera necesario, se implementarán sistemas eficientes de ventilación forzada y se incorporarán vistas exteriores y espacios de descanso tendientes al bienestar de las personas que usen el edificio.

- **Recursos energéticos**

Se implementarán sistemas eficientes de reducción de consumo energético y monitoreo de iluminación artificial y de climatización artificial. Se incorporarán sistemas de producción de energía renovable sobre la base de la disponibilidad local y de aprovechamiento de energía residual de equipos. Se implementarán sistemas de reducción de consumo de agua y se reducirá la demanda de agua para riego a través de la utilización de vegetación autóctona y otras estrategias. Se procurará implementar sistemas de recolección y reutilización de agua de lluvia a través de superficies de cubierta y de tratamiento y posterior reutilización de aguas grises.

**2.2. Criterios de diseño específicos (determinados por la función concreta del edificio)**

En el momento de trabajar sobre la idea rectora general que oriente el diseño arquitectónico del edificio propuesto, se considera prioritaria la identificación de una serie de criterios y demandas específicas vinculadas con el desarrollo de dicho edificio, dadas las características particulares que lo definen.

**2.2.A. Demandas de infraestructura**

- Infraestructura de red de agua potable: se requiere el acceso a agua potable para la provisión de oficinas y baños exclusivamente. Para los procesos de producción no se requiere el uso de agua. Si no fuera posible, la provisión de agua para sanitarios podría obtenerse de perforación y la provisión de agua para consumo humano contratada a través de dispensers de agua mineralizada.

- Infraestructura de red de eléctrica: se requiere una instalación eléctrica industrial de alta demanda.

- Infraestructura vial: para el acceso de camiones y maquinaria se precisan accesos de vehículos de gran porte, y se recomienda la cercanía de vías de comunicación principales. Además, se requiere acceso del personal y visitantes en vehículos o a pie y espacios destinados al estacionamiento.

**2.2.B. Demandas de localización**

- El predio debe ubicarse en una zona libre de riesgos hídricos, debido a los elevados riesgos de contaminación asociados a la generación de lixiviados por contacto con el agua.

- Por otra parte, para favorecer el acceso del personal y visitantes a través de medios de transporte urbanos, se recomienda la mayor proximidad posible a centros urbanos y líneas de colectivos u otros transportes.

- Se recomienda su proximidad a alguno de los principales centros



urbanos proveedores de materia prima, para reducir costos ambientales y económicos de transporte.

- Además, reducir las distancias de transporte a los centros distribución y tratamiento de materiales especiales (Ciudad Autónoma de Buenos Aires).

### 2.2.C. Demandas de iluminación y ventilación

Se prioriza la incorporación de sistemas de iluminación y ventilación natural en todos los locales. Se utilizarán solo sistemas de iluminación artificial en áreas de trabajo para garantizar las medidas de seguridad. Respecto de las demandas de funcionalidad, en cada local o zona de trabajo se definen actividades específicas que exigen ciertos equipamientos y maquinarias. Las superficies consideradas tendrán en consideración estas demandas. En relación con las

necesidades de circulación, también serán definidas en función de las actividades de cada local. En todos los espacios se deberá prever la circulación de personal, maquinarias y en algunos casos camiones. Además, se deberá prever el espacio de trabajo de personas, maniobra de maquinarias y camiones. A continuación —y como complemento del estudio de cantidades y superficies necesarias por área y por local—, se presentan las características deseables de los locales, basadas en la actividad que se va a realizar.

- Equipo e instalaciones necesarias para desarrollar las actividades del sector o local.
- Condiciones ambientales: iluminación, acústica.
- Características constructivas: terminación de la superficie en razón de las actividades que desarrollar.

### 3. Planteo de alternativas

En esta instancia de trabajo, una vez definidos el programa arquitectónico y las pautas generales y específicas de diseño así como los criterios iniciales de zonificación y circulación, se inicia el proceso de estudio de posibles alternativas (todas ellas como factibles respuestas al planteo o problema inicial), a partir de cuya consideración y valoración crítica será posible la futura toma de partido (esta queda fuera de lo que se expone en el presente trabajo). En cada una de las propuestas alternativas se deberá analizar el grado de cumplimiento de los criterios y pautas prefijadas en la etapa de programación definida, lo que conduce a la evaluación crítica. Esto no se expone en el presente trabajo. Se propone un conjunto de alternativas (figuras 7, 8 y 9) en terrenos “ideales”, considerando todas

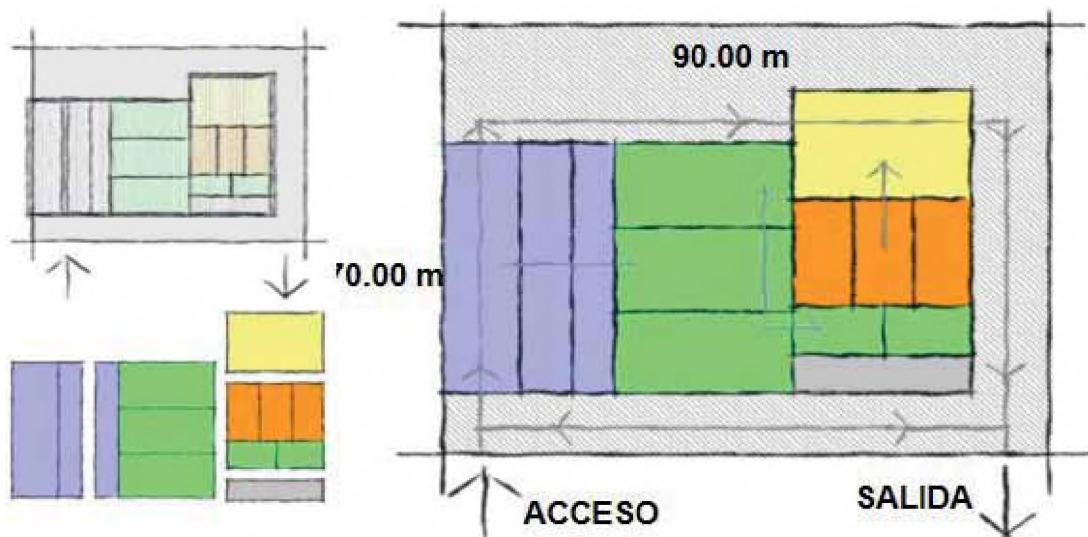


Figura 6. Esquemas en planta de alternativa 1. Fuente: elaboración propia

TABLA 2

PROGRAMA ARQUITECTÓNICO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE RAEE DEL NEA

| SUB-ESPACIO   | ACTIVIDAD   | ÁREA NECESARIA APROXIMADA (m <sup>2</sup> ) |
|---|---|---|
| Sector de tránsito de camiones                        | Tránsito, maniobra y estacionamiento de vehículos de carga.   | 500   |
| Sector de clasificación y separación                  | Descarga, tránsito de maquinaria y circulación de personal.   | 300   |
| Depósito 1: línea de proceso 1                        | Acopio de dispositivos de mediano y menor porte - circulación de maquinaria de carga y personal.    | 50  |
| Depósito 2: línea de proceso 1                        | Acopio de dispositivos de mediano y menor porte - circulación de maquinaria de carga y personal.    | 50  |
| Depósito 3: línea de proceso 2                        | Acopio de dispositivos de mediano y menor porte - circulación de maquinaria de carga y personal.    | 50  |
| Depósito 4: línea de proceso 2                        | Acopio de dispositivos de mediano y menor porte - circulación de maquinaria de carga y personal.    | 50  |
| Depósito 5: línea de proceso 3                        | Acopio de dispositivos de mediano y menor porte - circulación de maquinaria de carga y personal.    | 50  |
| Desmontaje primario (manual)                          | Desguace, clasificación, circulación de personal, transporte.                                       | 150   |
| Trituración   | Trituración, circulación de personal, transporte.   | 100   |
| Segundo tratamiento                                   | Desguace, clasificación, circulación de personal, transporte.                                       | 100   |
| Desmontaje primario (manual)                          | Desguace, clasificación, circulación de personal, transporte.                                       | 150   |
| Trituración   | Trituración, circulación de personal, transporte.   | 100   |
| Segundo tratamiento                                   | Desguace, clasificación, circulación de personal, transporte.                                       | 100   |
| Desmontaje primario (manual)                          | Desguace, clasificación, circulación de personal, transporte.                                       | 150   |
| Trituración   | Trituración, circulación de personal, transporte.   | 100   |
| Segundo tratamiento                                   | Desguace, clasificación, circulación de personal, transporte.                                       | 100   |
| Tolva de alimentación de separador magnético de banda | Clasificación, circulación de personal, transporte.   | 100   |
| Separadores vibrantes                                 | Clasificación, circulación de personal, transporte.   | 100   |
| Depósito de recuperables                              | Acopio de elementos de menor y mediano porte - circulación de maquinaria de carga y personal.       | 150   |
| Depósito de peligrosos                                | Acopio de elementos de menor y mediano porte - circulación de maquinaria de carga y personal.       | 150   |
| Depósito de no peligrosos                             | Acopio de elementos de menor y mediano porte - circulación de maquinaria de carga y personal.       | 150   |
| Sector de tránsito de camiones                        | Tránsito, maniobra y estacionamiento de vehículos de carga.   | 500   |
| Oficina administrativa                                | Trabajo administrativo, manejo de PC y espacio de guardado de documentación y atención de personal. | 50  |
| Oficina técnica                                       | Acceso a la planta, manejo de PC y atención de personal.  | 50  |
| Office - cocina                                       | Servir comida, circulación, fisiológica.  | 30  |
| Sanitarios  | Fisiológica.  | 30  |

Fuente: elaboración propia



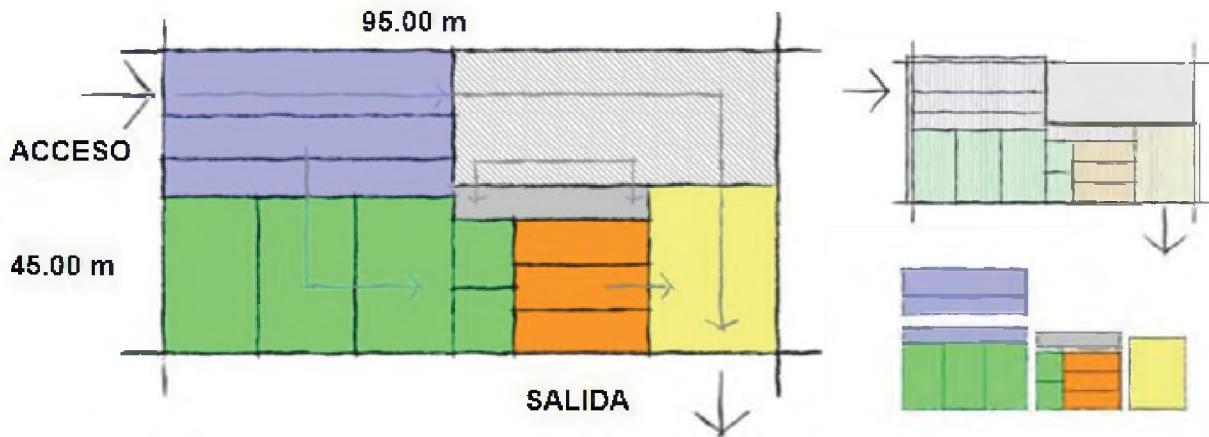


Figura 7. Esquemas en planta de alternativa 2. Fuente: elaboración propia

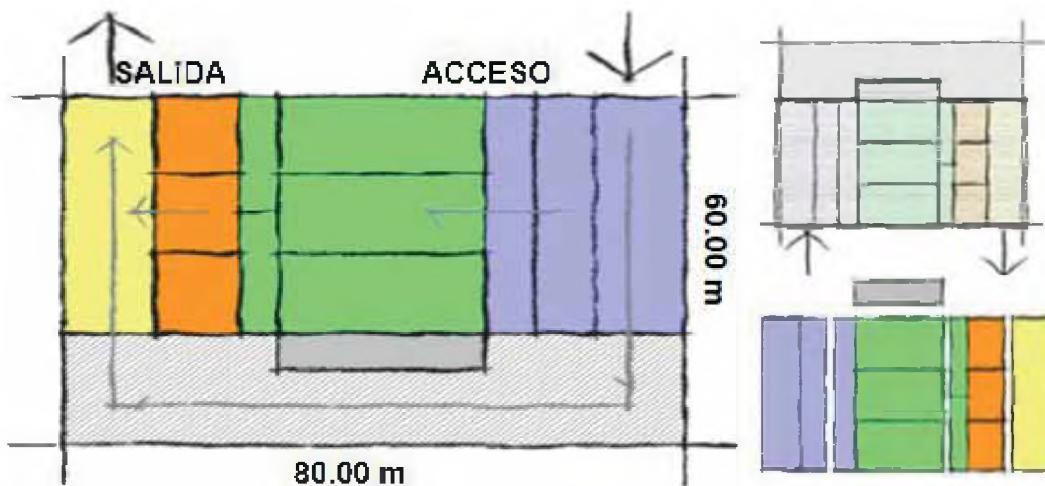


Figura 8. Esquemas en planta de alternativa 3. Fuente: elaboración propia

las características definidas hasta el momento y evaluando diferentes situaciones de forma, dimensiones y accesos:

- Alternativa 1 (figura 7): se presenta en un terreno entre medianeras (dimensiones: 90 m de frente x 70 m de fondo, como mínimo). El edificio tiene una distribución compacta con circu-

lación vehicular y peatonal resuelta a lo largo de todo el perímetro.

- Alternativa 2 (figura 8): se presenta en un terreno en esquina (dimensiones: 95 m de frente x 45 m de fondo, como mínimo). El edificio tiene una distribución lineal con circulación vehicular y peatonal resuelta sobre dos caras del edificio.

- Alternativa 3 (figura 9): se presenta en un terreno entre medianeras (dimensiones: 80 m de frente x 60 m de fondo, como mínimo). El edificio tiene una distribución lineal con circulación vehicular y peatonal resuelta en forma de C sobre tres caras del edificio.

TABLA 3

PREEVALUACIÓN COMPARATIVA DE ALTERNATIVAS.

| PAUTAS GENERALES           |              |      |   | PUNTAJE       |               |               |
|----------------------------|--------------|------|---|---------------|---------------|---------------|
|                            |              |      |   | alternativa 1 | alternativa 2 | alternativa 3 |
| I                          | Flexibilidad | I.a  | Crecim. Armónico - Posib. De adecuación |               |               |               |
| II                         | Economía     | II.a | Programación                            |               |               |               |
|                            |              | II.b | Diseño                                  |               |               |               |
|                            |              | II.c | Construcción                            |               |               |               |
|                            |              | II.d | Mantenimiento                           |               |               |               |
|                            |              | II.e | Adaptación                              |               |               |               |
| Fuente: elaboración propia |              |      |   | +             | -             | +/-           |

## PERSPECTIVAS Y REFLEXIONES

Una preevaluación comparativa de las alternativas de zonificación planteadas, con base en dos de los criterios generales de diseño desarrollados (flexibilidad y economía de todos los recursos), se expone en la tabla 3, asignando puntajes para alternativas en relación con pautas (amarillo: cumple muy satisfactoriamente; verde: cumple; rojo: no cumple). A partir de ella se manifiesta una mayor conveniencia de la alternativa 1.

Según se comentó, la determinación de la localización de la planta de RAEE se encuentra en proceso de estudio. En este sentido, como avances del trabajo de investigación se está realizando la evaluación multicriterio de indicadores (algunos de ellos identificados en este trabajo) para determinar factibilidades de una localización óptima de la planta. Frente a ello, la preevaluación hasta aquí realizada no contempla aún las pautas de diseño desarrolladas referentes a la *sustentabilidad* y sus sub-ítems, entre los

cuales el referido a la *localización* resulta fundamental para la posterior toma de partido y desarrollo del anteproyecto del edificio. El proceso está en curso, por lo que se profundizará el estudio de alternativas y su evaluación en una próxima etapa del trabajo.

El desarrollo de alternativas para una posterior evaluación crítica y propuesta de partido arquitectónico y anteproyecto para la planta de tratamiento de RAEE del NEA resulta de la continuidad de un trabajo de investigación, con el objetivo final de determinar los lineamientos para el proyecto. Las tres alternativas preliminares de zonificación planteadas serán posteriormente profundizadas y evaluadas considerando los lineamientos surgidos de las etapas en este trabajo expuestas (plan de necesidades, programa arquitectónico, pautas y criterios generales y específicos de diseño), ajustados a las condiciones del edificio en estudio, respecto de características funcionales, formales, situacionales, relacionales, tecnológico-constructivas,

espaciales, técnico-económicas y de sustentabilidad y eficiencia en el uso de recursos en general.

## REFERENCIAS

- ALLES, M. N.; GÓMEZ NÚÑEZ, J. D.; PETRUK, P. E. & SUAREZ, M. L. (2016). *Planta de tratamiento de RAEE – Proyecto final de carrera de Ing. Electromecánica*. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Nordeste. Resistencia, Chaco: autores.
- ARSUAGA, S. (2019). Determinación de indicadores de sustentabilidad de edificios industriales en el NEA: análisis de casos según sistemas de certificación. *ARQUITECNO*, 14, 61 – 71, recuperado el 20 de septiembre, 2020, de <http://www.arq.unne.edu.ar/arquitecto14/>.
- ARSUAGA, S. (2019). Determinación de los indicadores de sustentabilidad para un edificio destinado a tratamiento de RAEE en el NEA. *7º Congreso de Ciencias Ambientales del Consejo Profesional de Ingeniería Mecánica y Electricista*, E-173. Ciudad Autónoma de Buenos Aires:



Consejo Profesional de Ingeniería  
Mecánica y Electricista.

**BASTERRA, N. I.; BASTERRA J. L.; PINATTI, A. B.; PELLEGRINO, L. A.; CHIOZZI, L. J., RAMÍREZ, V. I.; ALLES, M. N.; GÓMEZ NÚÑEZ, J. D.; PETRUK, P. E. & SUAREZ, M. L.** (2019). *Manual Operativo para la Instalación de una Planta de RAEEM Municipal*. Resistencia: Editorial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Nordeste.

**INSTITUTO ARGENTINO DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN [IRAM]** (2012). *Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina*. (N.º de publicación IRAM 11603). Argentina: autor.

**LEY 14321** (2011). *Conjunto de pautas, obligaciones y responsabilidades para la gestión sustentable de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEES) en la Pcia. Buenos Aires*. Argentina: Senado y Cámara de Diputados de la Provincia de Buenos Aires, 6. Recuperado el 20 de septiembre, 2020, de <https://normas.gba.gob.ar/documentos/B3meOh70.pdf>.

**SECRETARÍA DE LA CONVENCIÓN DE BASILEA** (2000). *Convención de Basilea - Sobre el control del movimiento transfronterizo de desechos peligrosos y su eliminación*. Ginebra, Suiza: Serie de la Convención de Basilea/SBC 99/009 (S), 7, 38 – 42. Recuperado el 20 de septiembre, 2020, de <http://www.basel.int/TheConvention/Overview/TextoftheConvention/tabid/1275/Default.aspx>. ■

