

Omar A. Ferrer González

801-13-2238

Nombre del estudiante

Número de Estudiante

La invisibilidad de los centros de manejo de desperdicio y reciclaje en Puerto Rico

Título de la Tesis

DESIGNACIÓN COMITÉ DE TESIS

Someto la lista de los profesores de la Escuela de Arquitectura que forman mi *Comité de Tesis*, quienes han acordado apoyarme en la elaboración de mi tesis. Cualquier cambio en la composición de este Comité requerirá la aprobación del Coordinador del Programa Graduado.

La firma de los profesores como *Director de Tesis* o como *Consejeros* constituye un compromiso a supervisar y apoyar el trabajo del estudiante. El *Director* se compromete a reunirse una vez a la semana con el estudiante; los consejeros del *Comité de Tesis* se comprometen en revisar los documentos producidos por el estudiante y en reunirse como *Comité de Tesis*, al menos, en tres ocasiones a través del semestre.

Omayra Rivera Crespo

Director de Tesis

(letra de molde)

Firma

Fecha

Jose Coleman-Davis Pagán

Consejero

(letra de molde)

Firma

Fecha

Cristina Algaze Beato

Consejero

(letra de molde)

Firma

Fecha

Elena Isabel Fadhel

Asesor de idioma

(letra de molde)

Firma

Fecha

Vo.Bo.: _____

Blanquita Calzada Acosta
Coordinadora del Programa Graduado

Fecha

Universidad de Puerto Rico
Recinto de Río Piedras
Escuela de Arquitectura Programa Graduado

Omar A. Ferrer González
Defensa de Tesis: Martes 11 de mayo de 2021 (05-11-2021)

Director de Tesis: prof. Omayra Rivera Crespo
Asesor de tesis: prof. Jose R. Coleman Davis
Asesora de tema: Arq. Cristina Algaze Beato
Asesora de idioma: Elena Isabel Fadhel

La invisibilidad de los centros de manejo de desperdicios sólidos municipales en Puerto Rico

Este proyecto fue desarrollado gracias a la colaboración y apoyo de varias personas, familiares y conocidos. Agradezco la ayuda de personas esenciales en mi vida, entre las cuales no puedo dejar de mencionar a: Koralis Reyes, mi mano derecha y compañera en todo momento; Cristina Algaze, mi asesora de tema, quien no solo fue mi mentora, sino amiga y consejera; Omayra Rivera, mi directora de tesis, mi estrella firme en el norte y apoyo incondicional; y finalmente mi madre, Ana María González, mi fortaleza y columna vertebral, quien me sostuvo en los momentos más difíciles. A todas ustedes y a muchas otras colaboradoras, dedico mi tesis. Este es un proyecto desarrollado a base del apoyo de mujeres poderosas puertorriqueñas. Gracias a todas,

Omar A. Ferrer González

[05-28-21]

Tabla de Contenido: Marco Teórico

Dedicatoria	03
Tabla de Contenido	05
Defíne	06-09
Introducción	10-11
Capítulo 1: Teoría sobre la arquitectura de los espacios de reciclaje	12-19
Capítulo 2: Arquitectura como agente invisibilizador de los problemas de manejo de desperdicios	20-25
Capítulo 3: De los vertederos al reciclaje en la isla	26-35
Capítulo 4: Casos de estudio y Encuestas	35-44
Capítulo 5: Conclusiones y Recomendaciones	45-49
Capítulo 6: Estudio de Precedentes	50-55
Capítulo 7: Estudio de Predio	55-59
Capítulo 8: Propuesta Arquitectónica	60-68
Capítulo 9: Proyecto de Fin de Carrera	69-118
Anejo	119-131
Referencias	132-135

Definiciones de conceptos importantes para esta investigación

Las referencias del define están en la sección de referencias al final del documento:

1. Recurso:
“Medio o conjunto de elementos disponibles para lograr un objetivo o necesidad.”

2. Basura:
“La basura son los recursos que cierta persona o usuario desecha, aparentemente por que ya no le sirve o no es útil para el usuario.”

3. Reciclaje:
“El reciclaje es el proceso mediante el cual los materiales potencialmente reutilizables presentes en los desperdicios sólidos son separados del resto de los desperdicios para ser convertidos nuevamente en productos o materia prima para la elaboración de otros productos.”

4. *Up-cycling*:
“*Upcycling is a process in which used materials are converted into something of higher value and/or quality in their second life. It has been increasingly recognised as one promising means to reduce material and energy use, and to engender sustainable production and consumption*”

5. *Down-cycling*:
“*...recycling process where the value of the recycled material decreases over time, being used in less valued processes, with lesser quality material and with changes in inherent properties; when compared to its original use.*”

6. Vertedero o *landfill*:
“*Carefully designed structure built into or on top of the ground in which trash is isolated from the surrounding environment (groundwater, air, rain). This*

isolation is accomplished with a bottom liner and daily covering of soil.

A sanitary landfill uses a clay liner to isolate the trash from the environment.

A municipal solid waste (MSW) landfill uses a synthetic (plastic) liner to isolate the trash from the environment. The purpose of a landfill is to bury the trash in such a way that it will be isolated from groundwater, will be kept dry and will not be in contact with air. Under these conditions, trash will not decompose much.”

7. Material Reciclable:

“Aquellos residuos o materiales potencialmente procesables o reusables como materia prima para la elaboración de productos nuevos o similares, tales como: vidrio, plástico, papel, cartón, aluminio y material vegetativo, entre otros.”

8. Material Recuperado:

“Aquellos materiales potencialmente reciclables que han sido removidos del resto de los desperdicios o residuos para su venta, utilización o reutilización, ya sea mediante separación, recogido o procesamiento.”

9. Centros de acopio:

Lugares donde se recibe, se compra o se paga el material reciclable debidamente separado para ser procesado parcialmente y luego ser transportado a las instalaciones de reciclaje o de almacenaje.

10. Estaciones de Transbordo:

“Es una instalación intermedia para la transferencia y acarreo de los desperdicios sólidos hacia a una instalación de disposición final.

En ocasiones estas instalaciones cuentan con áreas adicionales para la separación de materiales reciclables, C&D o material vegetativo para su trituración. Se diseñan para manejar sobre 100 toneladas diarias de desperdicios.”

11. Mini-estación de transbordo:

“Es una instalación intermedia para la transferencia y acarreo de los desperdicios sólidos hacia a una instalación de disposición final. Se diseñan para manejar los desperdicios de municipios con una generación menor a las 100 toneladas diarias.”

12. Procesamiento:

“Cualquier método, sistema o tratamiento utilizado para alterar las características físicas o el contenido químico de los desperdicios sólidos, incluyendo la re-manufactura de productos.”

13. Obsolescencia programada:

“La obsolescencia programada es el diseño de productos con el objetivo que se vuelvan obsoletos en un periodo de tiempo equis. También se le conoce como: “diseño para el vertedero”.”

14. Obsolescencia percibida:

“Característica la obsolescencia programada que apela al “deseo”, produciendo un sentido o percepción de obsolescencia en materiales o productos que todavía funcionan. “

15. Incineradoras o *Waste-to-Energy plants*:

“Waste-to-energy plants burn municipal solid waste (MSW), often called garbage or trash, to produce steam in a boiler that is used to generate electricity. There are different types of waste-to-energy systems or technologies. The most common type used in the United States is the mass-burn system, where unprocessed MSW is burned in a large incinerator with a boiler and a generator for producing electricity.”

16. Desperdicios sólidos:

“Significará la basura, escombros, artículos inservibles como neveras, estufas, calentadores, congeladores y artefactos residenciales y comerciales similares, cenizas, cieno o cualquier material desechado no peligroso, sólido, líquido, semisólido o de contenido gaseoso resultante de operaciones domésticas, industriales, comerciales, mineras, agrícolas o gubernamentales.”

17. Desperdicios sólidos no-peligrosos:

“Significará cualquier desperdicio sólido que no esté conforrie con la definición de desperdicios sólidos peligrosos, según el Reglamento de Desperdicios Sólidos de la Junta de Calidad Ambiental o de la Ley Federal de “Resource Conservation and Recovery Act” (conocida como RCRA, por sus siglas en inglés).”

18. MSW “Municipal Solid Waste” o Desperdicios Sólidos Municipales:

“Según el Libro Composting and Recycling Municipal Solid Waste: Desperdicios sólidos generados por un municipio o área municipal delimitada.”

19. La economía de los Materiales:

“Stuff moves through a process from extraction to production to distribution to consumption to disposal. It’s a linear system.”

20. Curb-side Pick-up:

“Proceso de reciclaje donde los ciudadanos dejan sus materiales a reciclar en la acera frente a su residencia, para ser recogidos por una compañía de transporte de materiales que los lleva a una estación de transbordo o planta de separación.”

Introducción

A lo largo de la historia, el humano ha enfrentado problemas con la basura, que provoca plagas y enfermedades. Esto ha generado relaciones negativas entre las personas y la basura. Por esta razón, los espacios de manejo de desperdicios siempre han sido construidos al margen de la ciudad, y poco atendidos. Estos espacios están escondidos con toda la intención de removerlos del ojo público y alivianar la preocupación por los desperdicios sólidos. La arquitectura, como elemento organizador de la ciudad en la que vivimos, tiene la potestad de dar o quitar importancia a diferentes procesos que son parte de la vida cotidiana, haciéndolos visibles o escondiéndolos. El tema de la invisibilidad de espacios ha sido altamente discutido en los últimos años.

En esta isla, el tema del reciclaje siempre ha sido rezagado e ineficientemente atendido, reciclándose sólo un 14% de los desperdicios, mientras que la ley Núm.70 exigía llegar a un 35% para el 1995. Actualmente en la isla, se depende de los vertederos como método principal y esencial en nuestro manejo de desperdicios. Estos tienen un pronóstico de dos a tres años de vida, y la solución definitivamente no es seguir ocupando espacio de la isla para hacer montañas de basura. Debemos buscar métodos alternos en donde pasemos de una visión de manejo de desperdicios a una de manejo de recursos y fomentar estas prácticas en el ciudadano. Entonces, ¿qué puede hacer la arquitectura para visibilizar y enfrentar el problema de la basura?

Los centros de reciclaje de Puerto Rico son imperceptibles e inaccesibles para las personas que viven en la isla. Las características de la arquitectura de estos espacios como la localización, la forma y la falta de accesibilidad influyen en su falta de conexión con el ciudadano. El mundo ha evolucionado, los procesos humanos cada vez son más sustentables y estos espacios de acceso restringido, originalmente por seguridad, deben ser reevaluados para establecer una mejor conexión con la sociedad que sustentan.

El objetivo principal de esta investigación es encontrar métodos para integrar espacios industriales de reciclaje en la trama urbana. Se desea identificar elementos repetitivos en la arquitectura industrial actual que promuevan el desapego de los ciudadanos a estos espacios. Es de suma importancia entender qué relación tienen actualmente las personas con estos centros de reciclaje, y qué formas existen para generar mejores relaciones entre los espacios de reciclaje con las personas que utilizan sus servicios. Los arquitectos debemos producir espacios íntegros en la sociedad, que busquen la eficiencia sistemática y el desarrollo de un mejor futuro. Esta tesis busca hacer ese llamado a la inquietud, a hacer arquitectura puertorriqueña que visibilice y enfrente los problemas de la sociedad, a utilizar la arquitectura como recurso educador y elemento activo de cambio.

Con este objetivo en mente, se estarán realizando estudios mediante métodos cualitativos, cuantitativos y de diseño. Se estudiarán centros de reciclaje en la isla analizando los aspectos formales de su arquitectura. Igualmente, se harán encuestas para obtener data cualitativa y cuantitativa de la relación del puertorriqueño con los espacios de reciclaje. De este modo, se generarán parámetros de diseño para producir arquitectura industrial que puedan incluir al ciudadano en las prácticas de reciclaje.

Para esta investigación se estudiarán temas como la teoría del reciclaje, la arquitectura y su relación con los espacios industriales, la relación entre las personas y los desperdicios que generan, la historia de los centros de reciclaje en Puerto Rico y el rol que han tenido los arquitectos con los mismos, entre otros. Se consultarán discusiones teóricas del tema como a Hanif Kara y Andreas Georgoulis autores de *“Architecture and Waste: A (Re)planned obsolescence”*, Edward Humes y arquitectos practicantes con proyectos ejemplares. Estos temas servirán como marco teórico para sustentar los parámetros y estrategias de diseño que se generen en el proceso de investigación.

Capítulo 1: Teoría sobre la arquitectura de los espacios para el reciclaje

El reciclaje es un proceso lineal donde se remueven materiales reutilizables del resto de los desperdicios, para procesarlos y convertirlos en productos nuevos o materia prima. Este proceso puede ocurrir a pequeña escala como a nivel residencial, o a gran escala como lo es industrialmente, municipalmente o a nivel nacional. Para esta investigación estaremos trabajando el tema del reciclaje a nivel municipal y las características de los espacios de manejo de desperdicios sólidos.

La Organización de Protección Ambiental de los Estados Unidos conocida como la EPA, divide el proceso del reciclaje en tres pasos principales: recolección y procesamiento, manufactura y la compra de los productos ya reciclados. El reciclaje a nivel municipal comienza desde la generación de desperdicios sólidos, pasa al transporte y almacenamiento de los mismos, la separación y la exportación (particularmente en Puerto Rico) para luego ser procesados y convertidos en materia prima o nuevos productos, usualmente para la venta. La generación de desperdicios sólidos puede ocurrir en cualquier espacio urbano, residencias, comercios, industrias, etc. Si los usuarios de estos espacios tienen acceso y la disciplina de disponer de sus materiales reciclables en lugares determinados por el municipio para el reciclaje, estos materiales son luego transportados por empleados municipales hasta las plantas de separación.

Según el Reglamento Conjunto de Puerto Rico, se le llama Centro de Recuperación de Materiales Reciclables o “CRMR” a los lugares delimitados para la recuperación de materiales reciclables en cualquier tipo de proyecto tanto residencial como institucional, turístico o recreativo. El Reglamento especifica características formales de estos espacios como material para construcción, rotulación adecuada, servicio de agua provisto y espacio de acceso para las compañías de recogido. Los CRMR o centros de acopio, también conocidos como centros permanentes de colección, son espacios delimitados para el almacenamiento temporero de materiales reciclables y requieren que el ciudadano haga la tarea de limpiar, dividir y transportar sus materiales hasta este espacio.

Usualmente estos espacios están localizados en propiedades públicas o del gobierno, espacios de estacionamiento, escuelas o iglesias, y Puerto Rico no es la excepción. El centro de acopio municipal del pueblo de Manatí era en el estacionamiento del complejo deportivo el Acrópolis, donde se habían establecido tres contenedores para depositar cartón, plástico y cristal. En el presente, el centro de acopio de Manatí está localizado en el cuartel de la policía en el sector Polvorín, en una carretera terciaria. El espacio es un gran almacén cerrado y sin rotular, con dimensiones de cancha de baloncesto donde hay cinco sacos de tela para depositar los materiales reciclables, y tres vehículos municipales estacionados. Otro ejemplo es el centro de acopio de Tortuguero en Vega Baja, en el cual se utiliza parte de la pared que encierra la piscina municipal y los espacios de estacionamiento aledaños a esta, donde se depositan los materiales reciclables en el suelo en contacto directo con el asfalto.

Luego de almacenarlos en un centro de acopio o un CRMR, empleados municipales o compañías privadas contratadas por el gobierno, transportan los materiales reciclables hasta la instalación de separación de materiales o conocidas en inglés como “*Material Recovery Facility*”. Es importante mencionar que la traducción del Reglamento Conjunto de los CRMR al inglés, puede crear confusión con ambos espacios pues traduce a “*Recyclable Materials Recovery Center*”. Estos espacios, los MRF por sus siglas en inglés, están dedicados a la separación y descontaminación de los materiales reciclables y albergan un sinnúmero de maquinaria industrial que, junto a labor manual en ciertos momentos, llevan a cabo el proceso de separación y compactación. La idea básica de estos espacios es separar correctamente los materiales para su compactación en fardos rectangulares o para la trituración en materia prima.

Los MRF son espacios industriales de gran espacialidad interior y altura para contener maquinaria de servicio y espacios de almacenaje. Por esta razón, la construcción de estas instalaciones suele ser en perfiles de acero estructural para las vigas y columnas. Los espacios suelen estar libres de paredes o elementos divisores, localizando los espacios de oficina, almacenaje o servicios al usuario, en la periferia de la estructura.

El resto de los espacios en las facilidades son amplios y en ellos se acomoda la maquinaria de forma lineal, junto a los espacios de acceso para mantenimiento. Estos espacios tienen grandes áreas de almacenaje de los materiales reciclables sin procesar y procesados, y espacio de acceso para los vehículos que traen y se llevan los materiales. El diseño de la organización física del espacio depende de la cantidad y composición de la materia prima recibida, y determina el tamaño y la cantidad de equipo a utilizar. Algunas instalaciones no procesan ciertos materiales y los equipos necesarios para el proceso cambian. En el libro *Composting and Recycling Municipal Solid Waste*, se mencionan cuatro factores importantes en el diseño de estos espacios y el proceso que se lleva a cabo: rendimiento, disponibilidad, redundancia y flexibilidad.

Los materiales reciclables llegan a las facilidades y son depositados en el “tipping floor” o piso de vaciado donde poco a poco se van trasladando mediante un alimentador de tambor hasta cintas de traslado. Estas cintas atraviesan cuartos de separación de materiales y remoción de contaminantes manualmente. En el proceso, discos giratorios separan el cartón, rompedores de botellas separan, muelen y limpian los cristales, el papel es separado de los contenedores metálicos, el metal se divide entre metales ferrosos o no ferrosos, entre otros procesos de separación y limpieza. Los materiales ya separados pasan por tres o cuatro pantallas de clasificación y procesamiento para asegurar un proceso preciso hasta que se compacten o trituren en la forma final para su venta. Según la evidencia recopilada, en la isla hay una tendencia de parte de la administración de los municipios en ceder terrenos municipales a compañías privadas para que realicen este paso de separación, limpieza y procesamiento de materiales reciclables.

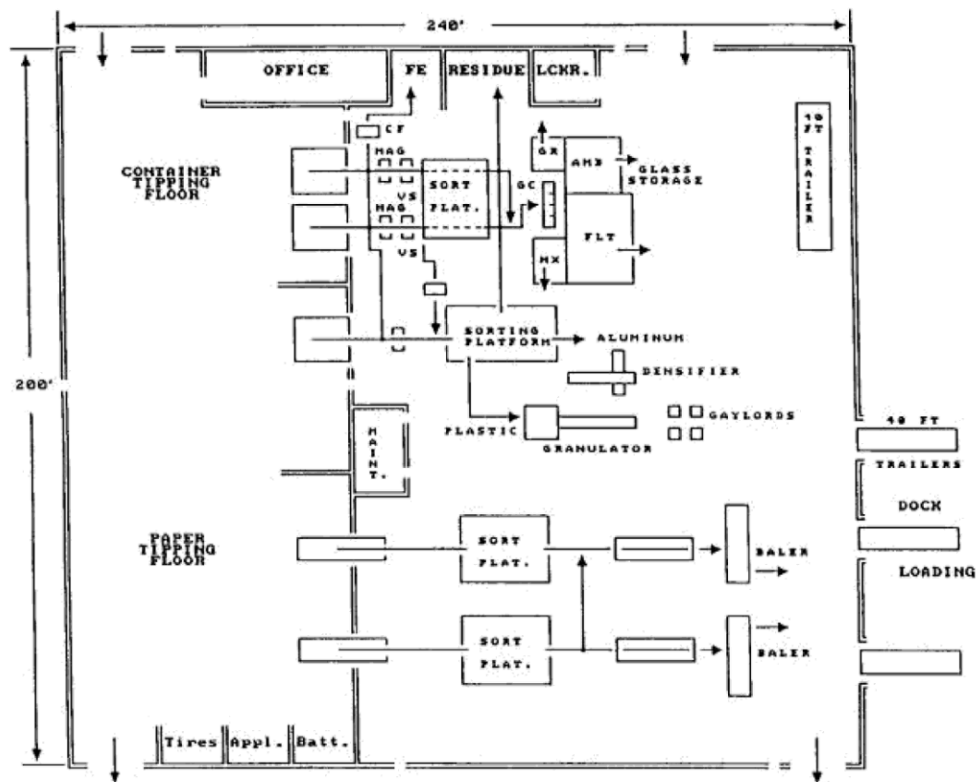


Figura 01 : Diagrama en planta de una Facultad de Recuperación de Materiales. Recuperada del libro *Composting and Recycling Municipal Solid Waste*.

De esta instalación, se mueve el producto a una planta procesadora o instalación de transformación para producir nuevos productos reciclados o energía mediante incineradoras u otro proceso de generación energética. Las plantas de manufactura de productos con materiales reciclados varían según el material que estén produciendo, pero algunos materiales de uso cotidiano que tienen componentes reciclados son el periódico, algunos contenedores plásticos, latas de aluminio, inclusive algunas superficies donde caminamos como aceras y carreteras. Por otro lado, las plantas generadoras de energía o instalaciones de transformación se basan en la quema de basura mediante procesos como la incineración, gasificación, destilación, pirólisis u otros procesos químicos que generan combustible sintético. La quema de basura ha sido mal vista por algunos grupos ambientales, pues está relacionado con la generación de dioxin (Joachim, 2013), el contaminante más tóxico hecho por el humano (The Story of Stuff, 2007).

El manejo de residuos o desperdicios sólidos es un problema social, como bien dice Wang Qing en su escrito “*Turning waste disposal into a Beautiful Business*”, y se debe atender desde una perspectiva social. ¿Qué es la basura? ¿Qué es un desperdicio? Debemos entender que el concepto de la basura no responde a una categoría fija de elementos, sino que depende totalmente de la relación del usuario de un producto con dicho material (Hawkins, 2006). Definitivamente, lo que es basura para una persona, puede ser un recurso o tener valor para otra. El concepto de la basura es relativo a la cultura y la clasificación o valor que le demos a los recursos que utilizamos. Mientras los estadounidenses y puertorriqueños generan 5.5 libras de basura al día, que gran parte termina en vertederos, la población de Suecia recicla un 99% de los recursos que utiliza. Esto expresa una pésima relación con los recursos que utilizan y una baja educación en los temas de manejo de desperdicios sólidos para la cultura estadounidense.

El capitalismo, para su supervivencia, impulsó una cultura consumista que fomenta el desecho de productos para un ciclo rápido y constante de compra y venta. Con el paso de los años, algunas sociedades aprendieron a trabajar y contrarrestar la obsolescencia programada y percibida, estableciendo programas educativos y relacionando a los ciudadanos con el ciclo de los materiales.

Mientras el reciclaje ha probado ser importante y esencial en el manejo de desperdicios sólidos, es un concepto que cada día se debate en grupos ambientalistas. En un mundo donde solo se recicla un 9% de los plásticos desechados (Herold, 2020), es entendible que el problema, ni la solución está en el reciclaje. Por esta razón, la vieja campaña de reciclaje: “Reduce, re-usa, recicla”, ha sido reformulada a “rediseña, reduce repara y recupera” por organizaciones como Basura Cero en Puerto Rico, e incluso algunos practicantes de Basura Cero añaden el término *rechaza* como esencial en la nueva manera de trabajar con los recursos que utilizamos. Mitchell Pham comenta, en su conferencia en *Ted Talk X*, que el reciclaje es sin duda esencial a corto plazo, pero entiende que solo funciona como un parcho para el evitar el sentimiento de culpabilidad que nos produce el modelo capitalista de consumo (Pham, 2018).

La cantidad de recursos que consumimos y descartamos como desechos, más aún los recursos no renovables, es insostenible. Por esta razón, surgen conceptos como Basura Cero que promueven el re-diseño de los productos y los empaques que compramos y llevamos al hogar. Este concepto determina un cambio esencial en la cultura de una sociedad, pues remueve finalmente la culpa de la basura generada del consumidor y la redirige al productor. Vivimos en un mundo donde se le aplica mucho tiempo y pensamiento a cómo se va a ver el producto en la góndola, y no en la vida del producto o envoltura, luego de su utilización (Pham, 2018). Los consumidores están, en algún nivel, sujetos a utilizar y consumir los productos que les son accesibles o les ofrece el mercado, lo que resulta en un tipo de obligación a llevar a casa productos o empaques que no son reciclables. El concepto de Basura Cero busca evitar la generación de basura desde la producción de recursos con materia prima, y centra la importancia en ver cómo crear un ciclo de utilización y reintegración de recursos de manera sostenible.

En el video del proyecto *The Story of Stuff*, se presenta el postulado sobre cómo todo el proceso del reciclaje puede verse como unas paradas previas a llegar al vertedero. Por ejemplo, los plásticos reciclables son realmente reciclables de dos a tres veces porque en el proceso de reciclaje se desgastan y pierden propiedades necesarias de calidad. Por esta razón, el proceso normal de reciclaje se le conoce cómo *down-cycling*, pues el producto reciclado, pierde calidad cada vez que se recicla y esto está directamente relacionado con el diseño del producto (Gomes, M. ; Martinho, G. ; Pires, A. ; Rodrigues, S., 2019). El reciclaje debe buscar la forma de reintegrar los productos de manera saludable y positiva, creando beneficios al ambiente. El proceso del reciclaje no debe producir más descargas al ambiente, que el proceso de producir la materia prima (Hendrickson, C. ; Conway-Schempf, N.; McMichael, F., 1999). El re-diseño de productos debe buscar que no se vuelvan un contaminante al momento de su desecho.

Por esta razón, se promueve un ciclo de vida de los materiales sostenible y no el modelo actual de cadena lineal de desechos. Esto se le conoce como economía circular y en culturas como la japonesa, el concepto está bien arraigado a su educación, cultura y legislación, a tal nivel que los ciudadanos de Kamikatsu dividen sus desperdicios en 34 diferentes categorías (Global-Recycling,2016). Esta actitud representa la disciplina de una cultura que tomó el tiempo de educar al ciudadano respecto a la utilización de recursos y proveyó los espacios y legislaciones correctas para el manejo eficiente de desperdicios.

La cultura de consumo de recursos de algunas civilizaciones se expresan en todos los aspectos su sociedad. El consumo de tierras, la construcción y demolición de estructuras y edificios, y la contaminación de terrenos a causa de mala planificación ejemplifican el pensamiento consumista, retrógrada e insostenible de la sociedad actual. Por esta razón, se han estado proponiendo ciudades circulares, persiguiendo el término de economía circular. Este concepto implica la idea de reciclar edificios y espacios en la ciudad que ya están ocupados por intervenciones humanas, en vez de recurrir al desparrame urbano. El espacio simplemente es finito y no se tiene percepción correcta del espacio que se necesita para sostener nuestro nivel de consumo.

Una mala planificación de la ciudad y un mal diseño de la arquitectura en la ciudad llevan a la demolición y desparrame urbano que existe en actualmente en Puerto Rico. En la isla, los desperdicios generados de la construcción y demolición componen en 18.7% del total de los desperdicios depositados en los vertederos. Esto significa 12,943 toneladas de desperdicios a la semana solo de esta industria (Vázquez, 2010). La idea de generar productos con recursos renovables y sostenibles, debe ser aplicada de la misma manera a la arquitectura. Debemos re-pensar nuestra manera de construir y demoler y fomentar el reciclaje de estructuras y espacios urbanos. David Malot, fundador de *AI SpaceFactory*, comenta que la producción de cemento y acero como materia principal para la construcción es responsable de más del 15% de las emisiones de carbón en el mundo y solo se recicla un tercio de materiales generados al demoler (Staedter, 2019).

Algunos materiales de la construcción que son reciclables son el concreto, el acero y otros metales, fibras como alfombras, plástico, vidrio, porcelana, entre muchos otros que se podrían recuperar si se diseñan desde el origen con esta intención. Arquitectos como David Malott, están diseñando con materiales alternos al cemento y al acero. Con la idea de poder enviar maquinaria a otro planeta, hechas con material recuperado, la NASA ha hecho competencias donde investigadores proponen diferentes soluciones al problema. Malott produjo un diseño de una estructura a ser desarrollado con impresoras 3-D con un material compuesto de fibras de basalto con bioplástico (Jordahn, 2019). Este proyecto promueve la construcción de estructuras con material biodegradable, pues según Malott la manera actual de construir no es sustentable y deberíamos considerar materiales para construcción que podamos compostar luego del fin de su ciclo de vida (Jordahn, 2019).

De igual manera, la ciudad y su planificación no fomenta el ciclo de los materiales y una economía circular. La mayor parte de las ciudades en Estados Unidos fomentan el sistema lineal de desechos. Se genera la basura, se recoge, y exporta sin uso alternativo, y no se promueve el cambio cultural y social. En un mundo capitalista, el tema de la basura solo se le da valor si produce ingresos (Williams, 2019) y se trata sólo desde la perspectiva económica. Por esta razón, los centros de acopio, las facilidades de separación y las plantas de remanufactura están totalmente pensadas con una sola función, meramente técnica. Recurrir a enfrentar y discutir problemas sociales, culturales y ambientales, desde estos espacios, se vuelve menos probable porque a primera instancia no presentan una función o utilidad económicamente visible para compañías privadas (Williams, 2019) quienes son las que manejan actualmente la industria a nivel municipal.

Capítulo 2:

Arquitectura como agente invisibilizador de los problemas de desperdicios sólidos

La participación de arquitectos en obras industriales ha mermado significativamente, siendo considerada inexistente en la actualidad. El arquitecto, según Hanif Kara, estuvo totalmente envuelto en la creación de espacios industriales desde el siglo 18 con la ola de la industrialización. Incluso, arquitectos como Albert Kahn participaron en el desarrollo de las plantas automotrices de Henry Ford. Entonces, ¿por qué el arquitecto ya no es partícipe del diseño y creación de estos espacios? Las ventajas de los materiales industriales en el desarrollo de estos espacios son: la capacidad de portar grandes luces de espacio con poco material, la capacidad de ser ensamblados y recogidos con facilidad y la rapidez de su producción modular en masa. Estas características, junto al desarrollo de otras profesiones capaces de dirigir la producción de edificios industriales, hicieron ver el rol del arquitecto como uno sustituible, y el arquitecto se alejó gradualmente de estas intervenciones. Hanif Kara dice en su libro *“Architecture and Waste: A (Re)Planned Obsolescence”*:

“Simultaneously, seeing fewer opportunities for creativity in such “mundane” or “ugly” work, architects turned their attention away from industrial and infrastructural projects.” (Kara; Georgoulas ; Asensio Villoria, 2017).

El arquitecto Iñaki Abalos, en una entrevista comenta un momento en el que las soluciones de edificios eran semi-técnicas, semi-industrializadas y totalmente sistematizadas, donde el cliente ya no sentía necesidad de contratar un arquitecto. (Kara, Hanif; Georgoulas A.; Asensio Villoria, 2017). La función del arquitecto en una obra es resolver, de manera creativa, espacios, que no solo tomen en consideración las necesidades funcionales y económicas de la actividad a ser realizada, sino que resuelva necesidades ambientales, de entorno urbano y relación ciudadana. El arquitecto puede contribuir a través de hibridación programática, mejoras de rendimiento, asimilación contextual e incremento en aceptación social(Kara, Hanif; Georgoulas A.; Asensio Villoria).

Según Bjarke Ingels, debemos considerar la ciudad como un gran ecosistema integrado creado por el hombre, donde no podamos distinguir la puerta de al frente, de la de atrás (Muller, 2018). Este no es el caso de la infraestructura de los desperdicios, ya que el desarrollo de estos espacios ha tomado un objetivo completamente funcional y ha dejado a un lado las necesidades urbanas y sociales inherentes a su localización en la ciudad.

“Usually, the character of such waste management plants is ugly and unwelcoming. Being only functional places, like factories, they are conceived as disconnected from the public, both from the social and visual points of view.” (Nobile, 2018)

El uso de vertederos y la cadena lineal de utilización de recursos ha provocado que los espacios de manejo de desperdicios hayan sido alejados de la vista y acceso público, hiriendo la relación entre el espacio en el que vivimos y el que es necesario para soportar nuestro estilo de vida (Muller, 2018). Los vertederos adquieren formas que imitan elementos del paisaje como montañas, siendo una especie de camuflaje de la función real del objeto, un intento de neutralizar las emociones negativas que tienen los residentes con los espacios (Wowrzeczka, 2019). Lo mismo sucede con todo el sistema de manejo de desperdicios, los ciudadanos no saben dónde se manejan sus desperdicios o a dónde llevarlos, qué ocurre en estos espacios, cómo se manejan sus productos, etc. Ciertamente, la relación de desconfianza de los ciudadanos con estos espacios está totalmente fundamentada.

La rápida expansión territorial del ser humano y la creciente de problemas ambientales en los últimos años han expuesto la necesidad de tener infraestructuras sólidas y eficientes que promuevan el desarrollo holístico de la ciudad centrado en la participación ciudadana como objetivo principal. El manejo de desperdicios es un problema social ya que la respuesta real es la reducción en el consumo de recursos, y la clave para atacar problemas sociales es la participación ciudadana y el poder cultural. (Qing, W.) Las facilidades de manejo de desperdicios exhiben oportunidades para los arquitectos de poder crear valor y sentido de comunidad y propósito en ambientes industriales opacos e alienados de la sociedad (Nobile, 2018).

“Recycling is a high-minded although notoriously low-margin, capital-intensive, volume-based industry, dependent on increasing public participation.” (Kimmelman, 2013)

En ciudades como Hangzhou en China, se han tomado medidas para relacionar al público con los procesos de manejo de desperdicios. En el año 2011, la ciudad abrió el primer recorrido guiado a través de una ruta de manejo de basura. Al combinar el proceso de manejo de basura con elementos culturales y educativos, se promueve una eco-cultura y un desarrollo de conciencia social (Qing, W.). Desde entonces, el vertedero de Tianziling tiene reservaciones diarias para recorridos por donde le muestran al público todos los procesos del manejo de desperdicios, desde la recolección y transportación hasta el tratamiento y utilización de los recursos.

El caso del Seattle Public Utilities Building por Miller Hull y el Sims Sunset Park por Selldorf Architects abordan de manera similar la necesidad de proveer espacios de aprendizaje en espacios de reciclaje y manejo de desperdicios. Este espacio educativo mejora la conciencia pública hacia el manejo de desperdicios para un futuro más sustentable. (MillerHull). El Sims Sunset Park esta localizado en un terreno de 11 acres en el muelle de la calle 29 en Brooklyn, Nueva York y procesa plástico, metal y vidrio. El solar y los edificios están hechos parcialmente con materiales reciclados. La planta esta compuesta de tres volúmenes rectangulares que se conectan físicamente creando espacios contenidos y conectan mediante un puente elevado con un volumen educativo. A través del emplazamiento dos circulaciones distintas separan el área de trabajo con las áreas de visita y observación. Las facilidades reciben 8,000 visitas al año y 20,000 toneladas de recursos reciclables al mes. Michael Kimmelman, en un reportaje para el New York Times dice:

“The facility is understated, well proportioned and well planned — elegant, actually, and not just for a garbage site. It is an ensemble of modernist boxes squeezing art, and even a little drama, from a relatively meager design budget.” (Kimmelman, 2013)



Figura 02 – Sims Sunset Park
Recuperada de la página web
Archdaily el 8 de agosto de 2020

Otro arquitecto que ha sido comisionado recientemente en el diseño de espacios de infraestructura de los desperdicios es Bjarke Ingels. La firma del arquitecto danés completó el “Copenhill” o Amager Bakke, una planta incineradora de Waste-to-Energy en la ciudad de Copenhagen. Las características principales de la planta es que tiene forma de montaña y el techo es utilizado para esquiar. El arquitecto aboga por la necesidad de crear espacios de manejo de desperdicios que funcionen de manera integral en la ciudad e incluyan al ciudadano; presenta estrategias para comenzar un proceso de sanación entre la relación del ciudadano con los espacios de infraestructura en la ciudad.

El Sydhavns Recycling Center (Figura 03) comisionado a BIG es otro proyecto ejemplar de esta visión. Este proyecto reta el típico diseño de facilidades utilitarias marginadas en la parte industrial de la ciudad (Rosenfield, 2020). Esta estación de reciclaje funciona como un espacio o parque público con facilidades deportivas y recreacionales, con un centro de reciclaje sumergido bajo el paisaje recreativo. Ingles cuestiona el por qué los espacios de manejo de desperdicios a menudo terminan siendo fachadas utilitarias de cajas de concreto que constituyen áreas grises de la ciudad (Frearson, 2015). El arquitecto menciona en una entrevista:

“...(a place to) orchestrate all aspects of daily life, from consumption to recycling, from infrastructure to education, from the practical to the playful into a single integrated urban landscape of work and play...”
(Frearson, 2015)



Figura 03: Sydhavns Recycling Center. Imagen tomada de: <https://www.dezeen.com/2015/02/24/big-sydhavns-recycling-center-copenhagen-sunken-slopes-snowboarding/>

Maria Nobile, en su escrito *Architecture as a Device: The Design of Waste Recycling Collection Centers*, comenta la importancia de integrar estos espacios en la ciudad y cerca de los lugares residenciales para que estos funcionen correctamente. La autora hace llamado a imaginar estos espacios, no como estructuras impenetrables, sino que debemos buscar la manera de hacer estos espacios, parte cotidiana de la vida humana (Nobile, 2018). En su escrito, Nobile hace mención de la Biennale de Arquitectura del 2010, donde el tema utilizado era la capacidad de la arquitectura de ser un espejo que refleje la conciencia colectiva en un mundo rápidamente cambiante. Esta ideología debería envolver los espacios de consumo y manejo de recursos en todas las etapas del ciclo de consumo. Actualmente, los espacios de manejo de desperdicios no promueven la educación y participación ciudadana, ni el desarrollo sustentable de una sociedad que tiene graves problemas de consumo de recursos. Mientras que el mundo evolucionó y la sociedad desarrolló conocimiento y medidas sustentables de consumo, la infraestructura y los espacios de manejo de desperdicios se quedaron funcionando arcaicamente bajo un proceso lineal insostenible e ineficiente.

La educación al ciudadano en estos espacios es esencial pues el problema de la basura es algo cultural. En el libro “The Ethics of waste”, Gay Hawkings define la basura como un efecto de clasificación y no una categoría fija (Hawkings, 2006). Debemos desarrollar una cultura totalmente arraigada a las ideologías de reducción de producción y reciclaje, que no trate los materiales como desperdicios, sino como recursos. Es en esta tarea que la arquitectura puede actuar y re-pensar la infraestructura del manejo de desperdicios sólidos y sus espacios.

Capítulo 3: De los vertederos al reciclaje en la isla

El término reciclaje es considerablemente joven con solamente 50 años de existencia en el mundo americano. En 1970, se forma la Agencia de Protección Ambiental, conocida como la EPA por sus siglas en inglés, con propósitos de proteger y educar sobre la conservación del ambiente. El 22 de abril de ese mismo año, se celebró el primer “Earth Day” en E.U. apareciendo por primera vez el término reciclaje para el pueblo Americano. A 20 años del punto máximo de la obsolescencia programada, se comenzaba a re-pensar sobre el manejo y diseño de productos de manera sostenible. En Puerto Rico, para el 1971, la Junta de Calidad Ambiental (JCA) y el Departamento de Salud del Estado Libre Asociado desarrollan un Plan Comprensivo para el Manejo de los Desperdicios Sólidos de Puerto Rico, inexistente hasta el momento.

En 1990, dos décadas después del reciclaje haber sido presentado a los Estados Unidos, en Puerto Rico se emite la Orden Ejecutiva Número 1990-43. Esta orden proponía el estímulo de programas de reciclaje en las agencias de gobierno en conjunto con la Administración de Desperdicios Sólidos (ADS) y la necesidad de facilitar la compra y venta de materiales y productos reciclados o reciclables. El próximo año, bajo la Ley Número 64, se prepara el Plan Regional de Ubicación de Facilidades para organizar el manejo correcto de desperdicios sólidos, donde se proponían tres plantas de incineración, 20 vertederos y 20 estaciones de transbordo para la isla. No es hasta el 19 de septiembre de 1992, que se aprueba la Ley Número 70, la Ley para la Reducción y el Reciclaje en Puerto Rico. La misma estipulaba disminuir un 35% los desperdicios sólidos generados en los municipios en un periodo de tres años (1995) mediante un programa liderado por la ADS. El Programa de Reducción y el Reciclaje de Desperdicios Sólidos exigía a los municipios separar y clasificar todo tipo de papel, cartón corrugado, aluminio, cristal y plástico para ser reciclados.

En 1995, muy lejos de llegar a la meta de 35% de desperdicios sólidos redirigidos al reciclaje, la ADS crea el Plan Regional de la Infraestructura para Reciclaje y Disposición de Desperdicios Sólidos en Puerto Rico. En el mismo recogían los cambios propuestos a los planes del 1992 y se posponía la meta para el año 2000. La ley se enmienda nuevamente en el 2000, bajo la Ley Número 411, estableciendo la meta para el año 2006. La ley número 411 establecía que toda institución comercial, no comercial, educativa, universitaria, turística, o cualquier otra que emplee más de 10 personas, deberá implementar un plan de reciclaje para la empresa. Ese mismo año se establece la Resolución Conjunta 733. Esta medida prohibía a la ADS a invertir fondos públicos en la investigación, desarrollo y construcción de tecnología de incineración de desperdicios sólidos. La asamblea legislativa del gobierno de Puerto Rico, el cinco de febrero de 2001 establece una resolución conjunta que establecía como política pública el rechazo a la incineración en Puerto Rico.

En el 2003, se lleva a cabo un Estudio de Caracterización de los Desperdicios Sólidos en Puerto Rico; y la ADS prepara el Plan Estratégico para el Manejo de Residuos Sólidos en Puerto Rico. Este plan definía las estrategias para manejo de residuos sólidos en el país y presenta evidencia de una nueva perspectiva hacia los recursos que desechamos (desperdicios). Con un periodo de implantación de 20 años, el PEMRS proponía un total de 42 estrategias y 158 acciones en cinco áreas de intervención diferentes: reducción, re-uso y reciclaje, infraestructura, desarrollo de mercado y participación ciudadana.

En el estudio de caracterización por desperdicios se encontró un 71.5% de Desperdicios Sólidos Municipales o MSW por sus siglas en inglés, 18.7% de construcción y demolición, #0.9% de desperdicios de patio, 5.3% desperdicios especiales y un 0.6% de automóviles. La composición de los residuos sólidos en la isla se divide en: 18% de material vegetativo, 16% de papel, artículos putrescibles con un 13%, 10% de escombros, 8% cartón, 8% vidrio, 8% plástico, 8% metales ferrosos, aluminio con 2% y otros productos con un 9%. En el 2003 se producían desperdicios a base de 4.5 libras de desperdicios al día por persona en la isla.

Luego del 2004, se continuaron haciendo leyes relacionadas a establecer una infraestructura de reciclaje efectiva en Puerto Rico, la mayoría siendo pobremente implementada y reforzada. En el 2008, la ADS colabora con *MP Engineers of Puerto Rico* para producir un reporte llamado: Itinerario dinámico para proyectos de infraestructura. Este reporte identifica la situación actual de la isla y propone un itinerario dinámico ajustable con el tiempo según como se logren las metas del proyecto. En el reporte, *MP Engineers* comentan la existencia de nueve MRF, cuatro plantas de composta, 17 estaciones de transferencia y 32 vertederos operando, que trabajan con una carga anual de casi cuatro millones de toneladas de desperdicios sólidos de los 78 municipios de la isla. El mismo ajustaba el valor de 4.5 libras de basura al día por persona en Puerto Rico, a un 5.56 libras al día por persona, real valor actual en la isla (2020). La meta de aumentar la tasa de desviación de los desperdicios sólidos de los municipios a 35% para el 2006 se flexibiliza y se pospone una vez más para el 2016, con oportunidades de cambio. La Ley Núm. 73: Ley de Incentivos Económicos para el desarrollo de Puerto Rico, se crea en el 2018 y provee créditos por inversión, garantía de préstamos y exenciones contributivas a las empresas asociadas al reciclaje (Castillo).

En el 2009, se celebró un foro para determinar las implicaciones que tendría desarrollar plantas incineradoras o *Waste-to-energy*. El foro fue organizado por el Capítulo del Caribe del Concilio de Edificios Verdes de los Estados Unidos y el Instituto de Ingenieros Químicos del CIAPR, pero participaron varios jefes de agencia como el director de la división de Protección Ambiental para el Caribe de la EPA, el presidente de la Junta de Calidad ambiental, además de académicos, expertos en el tema e incluso doctores para presentar las posturas de la comunidad de la salud. El foro, según la arquitecta Cristina Algaze, concluyó en un consenso de que el método a utilizar para el manejo desperdicios en la isla debería ser el de *Basura Cero* y no *Waste-to-Energy*, ya que el último no es renovable, saludable para la población de la isla, ni motiva a una sociedad dirigida a un menor consumo (Algaze, 2009).

El concepto de Basura Cero propone minimizar la extracción de materia prima y eliminar el concepto de basura por medio de un cambio de paradigma en el diseño, la manufactura y la recuperación de los productos (Algaze, 2009). Según el video de “The Story of Stuff”, el mundo consumista se basa en una cadena lineal de consumo de recursos: se extraen del ambiente natural, se procesan para crear un producto, se vende y consume ese producto para luego ser desechado en un vertedero. El concepto de Basura Cero promueve un ciclo cerrado donde se intervenga en las etapas existentes de consumo para lograr un uso sostenible de los recursos de la tierra donde no consumamos a un nivel que ni podemos procesar, ni es saludable para el ambiente. Esta intervención en todas las etapas del ciclo implica empleos y oportunidades en la industria puertorriqueña. Según José L. Alsina, si recuperamos el material vegetativo, el papel, el cartón, el plástico y el vidrio, que componen un 67% de la basura que se entierra en la isla; se podría generar 8,000 empleos contrario a los 300 que se generan en los 29 vertederos en la isla (Alsina, J.).

La próxima década, del 2010 al 2020 se caracteriza por una merma en los intentos del gobierno por reciclar, llegando a tasas tan bajas como en el 2013 donde se llegó a un 9.66% . En el transcurso de estos años se desarrollaron leyes de apoyo y regulaciones a la infraestructura de reciclaje como recuperación de neumáticos, aceites, baterías, entre otros; sin olvidar el sin número de organizaciones sin fines de lucro que tomaron el liderato, ante los problemas ambientales en la isla. En el 2018, luego de muchos años de crisis financiera en el país y luego del paso del huracán María (categoría 5) devastando la isla, se crea la Ley 171. Esta ley estipulaba la absorción de la Autoridad de Desperdicios Sólidos, la Junta de Calidad ambiental y la Compañía de Parques Nacionales bajo el Departamento de Recursos Naturales. (EFE NEWS Service, 2019). El próximo año se crea la Ley 60 del 2019, llamada el Código de Incentivos de Puerto Rico. Este código establecía a toda actividad de reciclaje, ya sea parcial o total, para ser elegibles a recibir incentivos del DDEC (El Vocero, 2019).

En el 2018, China canceló la importación de 24 tipos de materiales reciclables, además de subir el estándar establecido de descontaminación de los materiales importados a un 99.5% para evitar el “dirty recycling” (Anderson, 2020) o reciclaje sucio (traducción del autor). Esto produjo cambios en la isla donde las plantas de reciclaje elevaron por igual los estándares de calidad, rechazando y enviando a un vertedero cualquier carga municipal que no cumpla con los mismos. Para este entonces, en Puerto Rico ya no se recogía plástico #3 o #7, vidrio, ropa, y a eso se le sumó el cartón liso o con plástico pegado, ni correo o rollos de papel sanitario o toalla, entre otros. Municipios como Comerío, que había llegado a una tasa de reciclaje de 60% de sus desperdicios reportan que, con el nuevo estándar internacional, solo recuperan un 10% de los materiales reciclables del pueblo (Lopez, 2018). Según ConWaste, compañía privada en Puerto Rico de manejo de desperdicios y reciclaje, en la isla todavía se recicla cartón corrugado, periódico sin revistas, papel blanco limpio, plástico #1 y #2, latón y aluminio. Esta compañía privada reporta rechazar un 38% de la carga que les llega a sus plantas de reciclaje.

Según Rafael Machargo, secretario del DRNA bajo la administración de la gobernadora Wanda Vázquez, su departamento recibió 40 millones para un estudio de caracterización de los residuos en los vertederos de la isla y para el desarrollo de un Nuevo Plan de Manejo de Residuos Sólidos. A casi dos décadas del último estudio de caracterización de desperdicios sólidos en la isla, y luego de la generación de más de 12 yardas cúbicas de basura generadas por los huracanes Irma y María en el 2017, en Puerto Rico no se tiene conocimiento detallado de cuál es la composición de los residuos en los vertederos. La EPA ordenó el cierre del 67% de los 29 vertederos en la isla por falta de cumplimiento con las leyes de calidad ambiental. Los 11 vertederos que permanecerán abiertos están localizados en la costa sur de la isla y no pueden recibir una carga de 5.6 libras de basura diaria por persona, lo que se traduce en 3.8 millones de toneladas de basura al año (Colón, 2019). Esto deja al área norte de la isla, siendo la más poblada, con problemas de depósito de basura, sin incluir las islas de Vieques y Culebra que tendrán que exportar sus desperdicios.

11 Vertederos en Operación (2020)



Figura 04: Vertederos que permanecerán en operación luego del 2020:
Imagen recuperada de página web de la Autoridad de Desperdicios Sólidos.

En Puerto Rico se da un ciclo incompleto de reciclaje, se recoge, transporta, embala y exporta un 90% del reciclaje a otro país para convertirlo en un nuevo producto. Solamente un 10% del material, como el vidrio y la composta, se reprocesa para producir un material nuevo. Esta alta tasa de exportación, además de costarle mucho dinero al gobierno, nos hace dependientes de las políticas y los servicios de otros países como China quién ha subido los niveles de “pureza” en el material importado a un 99.5 %. Esto eleva la competencia con otros países por exportar materiales limpios y correctamente dispensados.

La sociedad puertorriqueña se beneficiaría de ser educada y facilitada con los procesos de reciclaje, pues son la primera barrera de control de calidad de los materiales a reciclar. Una correcta disposición de materiales, de parte de los ciudadanos de la isla, facilita y promueve el manejo de desperdicios de manera eficiente. Actualmente los materiales que llegan a plantas de reciclaje cuentan con un 20% a 30% de contaminación y en algunas ocasiones hasta 50%, según Maribelle Marrero, vicepresidenta de ConWaste (Colón, 2019). Esto provoca que las plantas de reciclaje tengan que rechazar el material que le llega y enviarlo a un vertedero, pues es muy costoso limpiarlo.

Actualmente, en Puerto Rico se recicla aproximadamente un 9.4% de los desperdicios, habiendo llegado a una tasa de desvío máximo en la isla de 18% en el 2007. Esto es un valor diminuto, comparado con países como Alemania (país con la mejor tasa de reciclaje) con un 56%, seguido por Austria y Korea del Sur. En cuarto lugar, Gales recicla un 52.2%, pero espera volverse Basura Cero para el 2050 (Gray, 2017). Muchas ciudades alrededor del mundo han vuelto a Basura Cero en Estados Unidos, Australia, Japón, Canadá y Nueva Zelanda (Alsina, J.). Suecia ha reportado reciclar un 99% de los productos consumidos localmente, pero el 50% de los desperdicios pasan a generar energía a través de incineradoras, lo cual se aleja de la idea general sobre reciclaje (Gray, 2017). La población de Estados Unidos comprende un 5% de la población mundial, pero la misma es responsable por un 30% de los recursos utilizados y la basura generada. En la pasada década, 1/3 de de los recursos naturales han sido consumidos, 40% de los cuerpos de agua se han vuelto imbebible y solo queda un 4% de los bosques en el mundo. (The Story of stuff,).

Hoy día, quienes llevan el batón y han quedado como principales promotores del reciclaje y el concepto de basura cero son las entidades sin fines de lucro. En la base de datos de la organización Puerto Rico Recycling Partnership (PRRP), hay sobre 500 miembros participantes, entre ellos organizaciones sin fines de lucro, comunitarias, privadas y gubernamentales. PRRP ha tomado las riendas de hacer una infraestructura y un canal de apoyo que recoja los esfuerzos de la mayor cantidad de entidades y organizaciones que quieran aportar al proceso; y ha creado programas educativos como el GreenPR. Las entidades sin fines de lucro como Basura Cero, el Sierra Club, el Estuario de la bahía de San Juan han tomado el liderato de la educación ambiental y han sido, según Stephanie Anderson, la “voz cantante” en los temas del manejo de desperdicios sólidos (Anderson, 2020). De hecho, luego de sufrir el paso del Huracán María por la Isla, Basura Cero junto a la EPA local, creó un sistema de reciclaje de baterías al haber sido imposible trabajar junto a las agencias gubernamentales encargadas del asunto.

El concepto de Basura Cero, ya está siendo aceptado en otros países y nosotros no debemos ser la excepción. El movimiento de Basura Cero Puerto Rico ha sido de suprema importancia educativa y ambiental, llegando a ser organizador de debates políticos en el año 2020 y exponiendo la necesidad de un cambio, no solo de infraestructura, sino de mentalidad. Basura Cero Puerto Rico está concentrado en la educación de público general y comunitario, al igual que a nivel comercial. Este último, el nivel comercial, es importante pues aún con leyes reguladoras de programas de reciclaje en comercios con más de 10 empleados, CloseLoop Partners lo catalogó como “casi inexistente”, resaltando el mero reciclaje de cartón y algunos materiales como aceite o “toners” (CLP, 2018). El movimiento en la isla recomienda entre muchos objetivos, modificar leyes de composta para facilitar plantas de composta en cada municipio y aprobar el *Bottle Bill*: proyecto de ley que fomenta la recuperación de botellas de plástico y vidrio mediante la devolución de cinco centavos al ciudadano por cada botella que devuelva. Este ha sido rechazado seis veces por el gobierno de Puerto Rico, aún habiendo llevado a once estados en los Estados Unidos a un nivel de reciclaje de 83% de botellas de plástico y vidrio (Cintron, 2012).

Un mal manejo de organizaciones gubernamentales, la absorción de la ADS por el Departamento de Recursos Naturales y la división de los programas de reciclaje de manera independiente por cada municipio, provocó que los datos importantes de manejo de desperdicios en la isla sean escasos y poco asertivos. En la isla, no se conoce a ciencia cierta datos como: caracterización de desperdicios, cantidad de centros de acopio, procesamiento, MRF's, compañías de transporte y, de exportación de materiales reciclados, ni mercados alternos a la exportación. Para el 2012, en Puerto Rico unas 112 empresas manejaban la industria del transporte, reutilización, re-manufactura, reciclaje y composta de desperdicios sólidos reciclables. De estas 112 empresas, un 18.75% se dedicaban al transporte, 77(68.75%) de ellas recibían materiales específicos y un 12.5% recibían todo tipo de material reciclable. En ese mismo año, Antonio Ríos, el director interino de la ADS para ese momento, reportó la existencia de unas 16 estaciones de transbordo en la isla (Correa, 2012).

La compañía Closeloop Partners, CLP por sus siglas en inglés, hizo un estudio de la situación del reciclaje en Puerto Rico para el 2018. En el mismo identificaron tres instalaciones de recuperación de materiales (MRF) que aceptan materiales reciclables domésticos mixtos y 103 entidades que agregan, transportan o exportan uno o más materiales reciclables. CLP pudo identificar 63 centros de acopio (Figura 05) a lo largo de toda la isla (CPL, 2018), mientras que Enrique Soto reporta en su investigación 112 centros de acopio entre los municipales y los temporales (Soto, 2018). El programa de Basura Cero en Puerto Rico ha logrado recopilar, en su página web, la localización de centros de acopio en la isla divididos por materiales e incluso una lista de contactos de programas de reciclaje de los 78 municipios en la isla.

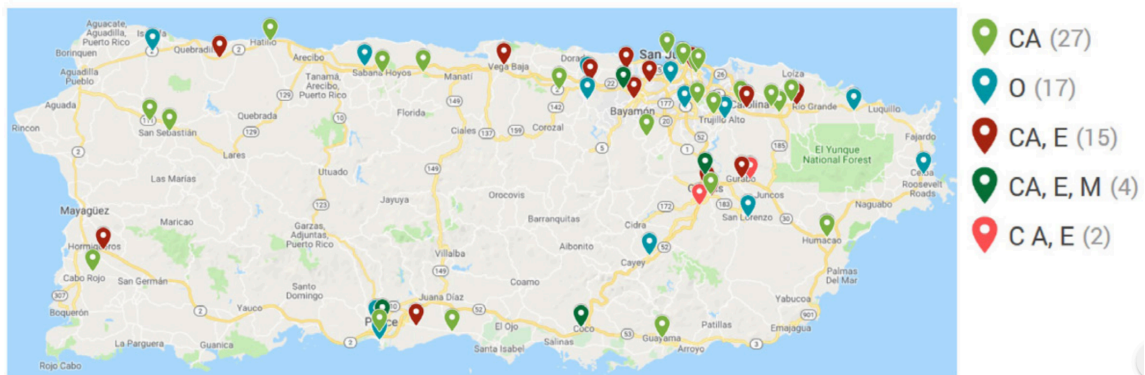


Figura 2 Mapa de 65 centros de acopio y procesamiento de reciclables en Puerto Rico⁵. Clave: CA = Centro de acopio, O = Otro o combinado, E = Electrónica, M = (re) Fabricación

Figura 05 – Mapa de 65 centros de acopio y procesamiento de reciclables en Puerto Rico.

Clave: CA= Centro de acopio, O = Otro o combinado, E= Electrónica, M = (re) Fabricación. Imagen recuperada del Informe de Closeloop Partners.

En el mismo estudio de CLP, se encontró que en la isla, se producen aproximadamente cuatro millones de toneladas de desechos no peligrosos. De esos, 93% de los materiales van a los vertederos, mientras vagamente se recicla un 7%. Solamente un 20% de la población tiene acceso a servicios de reciclaje en la acera lo que representa un servicio mínimo comparado con un 80% en los Estados Unidos.

De ese 20% de la población que sí recibe el servicio, el 50% de los materiales reciclados que se recuperan mediante “curbside pick-up” o reciclaje en la acera, viene contaminado; y por subsecuente es enviado al vertedero (CLP, 2018). La falta de educación a la población de parte del gobierno es visible, pero en la crisis económica que atraviesa Puerto Rico, a los municipios no les llega el dinero correcto para establecer programas de educación.

Ciertamente el proceso tradicional de reciclaje conocido en Puerto Rico es complicado y muy variado. Cada uno de los 78 municipios maneja de manera independiente su programa de reciclaje, lo que significa que en una isla que mide aproximadamente 3,435 millas cuadradas existen 78 programas de reciclaje diferente, todos con algunas variaciones, provocando inconsistencia en el sistema y la manera en que se recicla. CLP encontró que los habitantes de la isla tiene una fuerte voluntad por reciclar, pero un alto grado de confusión sobre cómo hacerlo y que materiales se permiten (CLP, 2018).

Capítulo 4: Casos de estudio y encuestas

La planta municipal de reciclaje en Vega Baja está localizada en la carretera #687, en un terreno municipal en medio de la Reserva Natural la Laguna de Tortuguero. Con un solar de 13,800 metros cuadrados aproximadamente, solo están construidos 3,000 metros cuadrados con un sistema de 5 edificios o volúmenes principales en cemento. El programa de reciclaje comparte predios con el programa de transporte del municipio. Los dos edificios más grandes con 10,950 pies cuadrados, de planta rectangular perpendicular a la calle, enmarcan un patio central con las mismas proporciones que los edificios. Es en estos edificios donde separan y procesan los materiales. Los otros tres edificios están establecidos en una barra que enmarca la entrada al solar y sirven como espacios de oficina para el sistema de transporte del municipio y taller de vehículos. Con la composición de edificios en el solar, se crean tres patios diferentes: uno enmarcado entre los volúmenes de servicio anteriormente mencionado, un gran patio amorfo entre los volúmenes de servicio y los volúmenes de oficina y un patio utilizado para estacionamiento de vehículos del Departamento de Obras Públicas del Municipio y vehículos privados de empleados.

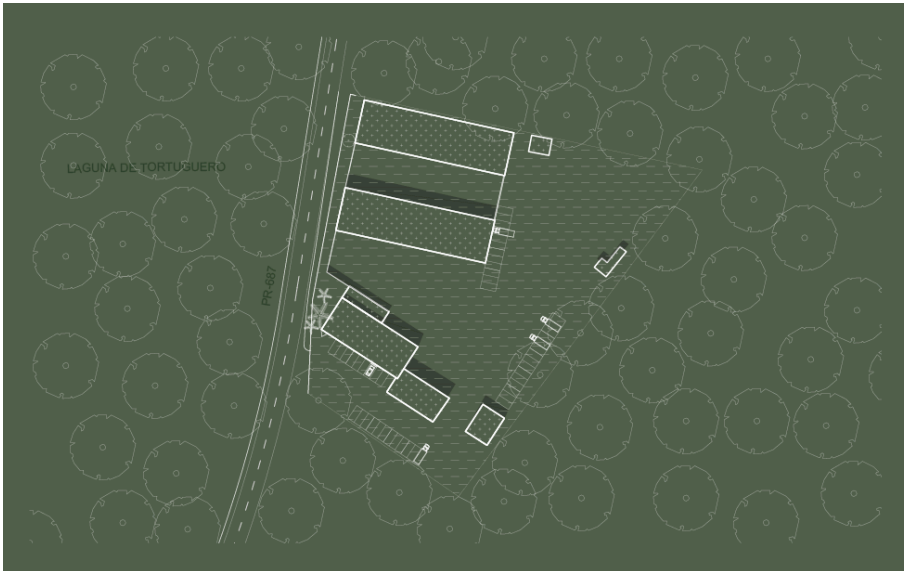


Figura 06: Diagrama de vista aérea de la planta de reciclaje de Vega Baja en Tortuguero. Imagen creada por el autor.

La fachada de los edificios de reciclaje es cerrada, y hostil. En la fachada que da a la calle, el solar está enmarcado con una verja de elementos verticales de acero de aproximadamente seis pies a lo largo de toda la propiedad y un portón eléctrico del mismo material en la entrada. A 15 pies de esta verja, muros y volúmenes de cemento de estilo moderno típico de las escuelas del país, con 20 pies de alto, exhibe pocas aperturas para ventanas, unos aleros de no más de dos pies y una estructura visible en vigas y columnas cuadradas. Esta composición de volúmenes prácticamente ciegos y muros totalmente ciegos a solo 15 pies de la acera con una calle de acceso terciaria de 30 pies de ancho, hace ver el espacio como apiñado y pequeño. A primera instancia podría parecer que el espacio está en desuso por el crecimiento de hongos en las filtraciones de los muros de cemento, la falta de actividad humana visible y las ventanas rotas, dobladas y en algunos casos inexistentes. No existen rotulaciones que identifiquen el espacio como planta de reciclaje, sólo los camiones de Obras Públicas que entran y salen del edificio dan una idea de agencia gubernamental.



Figura 07: Fachada de la planta de reciclaje de Vega Baja en Tortuguero. Imagen tomada de google maps, el 10 de septiembre de 2020.

Los dos edificios que comprenden la planta de reciclaje, son estructuras hechas con columnas y vigas de cemento, techadas por cerchas y paneles acero, y son encerradas con paredes de bloques de cemento. Esta planta de reciclaje, procesa todo el material reciclable de Vega Baja. La compañía privada La Vega Eco Park, maneja el proceso del reciclaje de la planta, mientras que el municipio les provee diariamente reciclaje mixto recogido en camiones compactadores. El edificio norte alberga básicamente, espacio de almacenamiento, junto a la primera etapa del proceso: la separación de los objetos grandes y la remoción de basura o material contaminado. Luego de este proceso manual de separación, el material más depurado, es almacenado en sitio para ser llevado a la máquina de separación en el edificio sur. El edificio sur alberga el piso de vertido, la maquinaria de separación, trituración y embalaje, junto a un espacio pequeño de oficina, baño y sala de almuerzo. Luego triturarlo o embalarlo, la compañía recurre a venderlo a compañías de re-manufactura o exportación.



Figura 08: Planta de Reciclaje en Vega Baja. Fotos tomadas por el autor

Actualmente, el espacio no está planificado para uso ciudadano, solo para funcionarios privados de la planta. El espacio no está conectado con aceras a la vía pública peatonal exterior, por esta razón se entiende que el complejo no estaba hecho para acceso peatonal, sino mediante vehículos. De hecho, dentro del solar no hay aceras o espacios delimitados para circulación peatonal. El centro de acopio más cercano está localizado en el complejo deportivo de Tortuguero, en el estacionamiento al sur de las piscinas. Este espacio ha tenido contenedores de reciclaje, carpas y divisores improvisados de espacios por materiales, pero actualmente no existe división, rótulo u organización planificada de espacios por materiales a reciclar. Esta falta de presencia formal y estructura organizacional, produce que el espacio se haya vuelto un tipo de vertedero de materiales que los ciudadanos no saben cómo desechar o deshacerse; mientras desarrolla un sentimiento de duda o sospecha en el ciudadano ante el trabajo de reciclaje de parte del municipio.

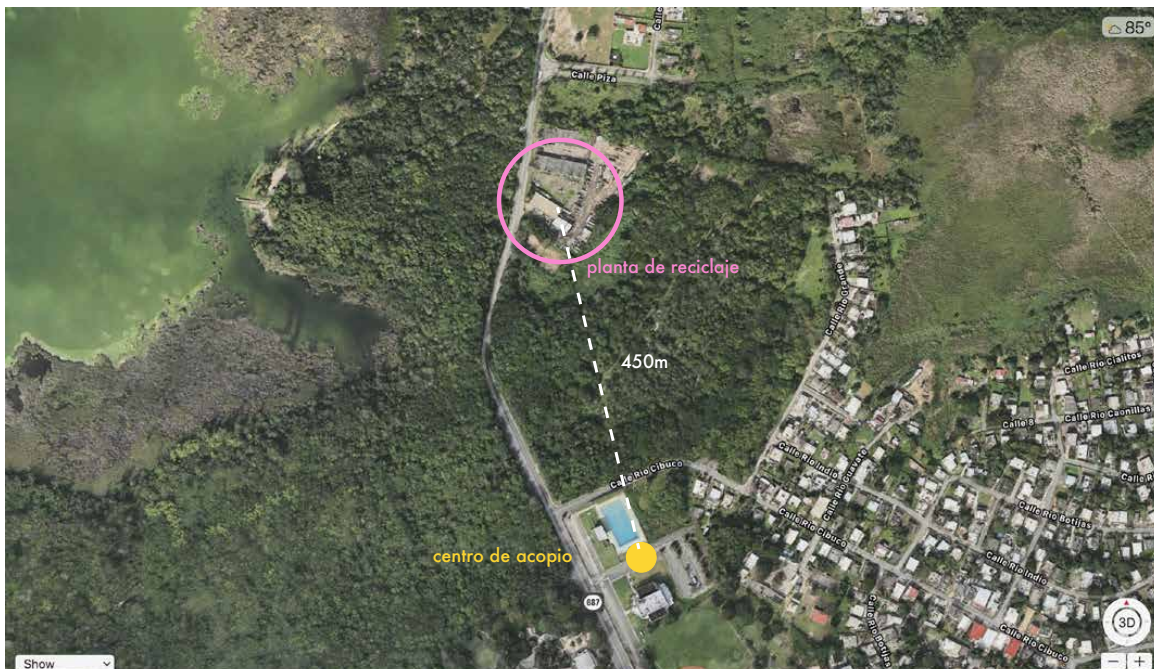


Figura 09: Diagrama de distancia física entre centro de acopio y planta de reciclaje en Tortuguero, Imagen editada por el autor.

A una distancia de 450 metros aproximados de la planta de reciclaje, el centro de acopio parece ser un espacio contraproducente, donde los camiones del municipio tienen que ir a buscar los materiales en el Complejo, en vez de ser llevados directamente por el público hasta la planta. Esta combinación de planta de reciclaje con centro de acopio podría resultar beneficiosa, al permitir un control mayor de los empleados de la planta sobre los materiales que las personas depositan, disminuyendo así el “dirty recycling”. A su vez, permitiría educar a los ciudadanos hasta crear un conocimiento práctico y liberaría el estacionamiento del complejo deportivo de la función actual de depósito.

Por otro lado, la planta de reciclaje en Guaynabo funciona a la par junto al vertedero. Las facilidades están localizadas a orillas del expreso municipal #834, vía que mide 80 pies de ancho con dos carriles en ambas direcciones. A 300 pies de la entrada del solar de la planta, una marginal produce dos carriles más, generando un ancho total de 120 pies de carretera. Las facilidades tienen una vía de acceso con dos carriles de entrada y dos de salida controlados por una caseta de guardia rotulada. En el centro del predio está localizado un edificio de concreto de 2,000 pies cuadrados para espacios de administración. Adosada a este, la estación de separación y procesamiento de materiales está compuesta por un volumen en forma de “L” que mide 12,000 pies cuadrados de área y unos 40 pies de altura. Este último está hecho con estructura y elementos de acero para almacenar en el interior el equipo necesario para el procesamiento de materiales y divide el techo en dos aguas.

La apertura y comodidad del espacio en el emplazamiento de la planta, junto a las áreas de circulación, de decoración vegetal, sin olvidar la rotulación, área de estacionamiento y control de acceso/servicio, hacen que la fachada de la planta sea agradable y produzca confianza. En este caso de estudio no existen muros al contorno del solar que escondan los espacios y la carretera reconoce la presencia del espacio creado y provee un acceso marginal.

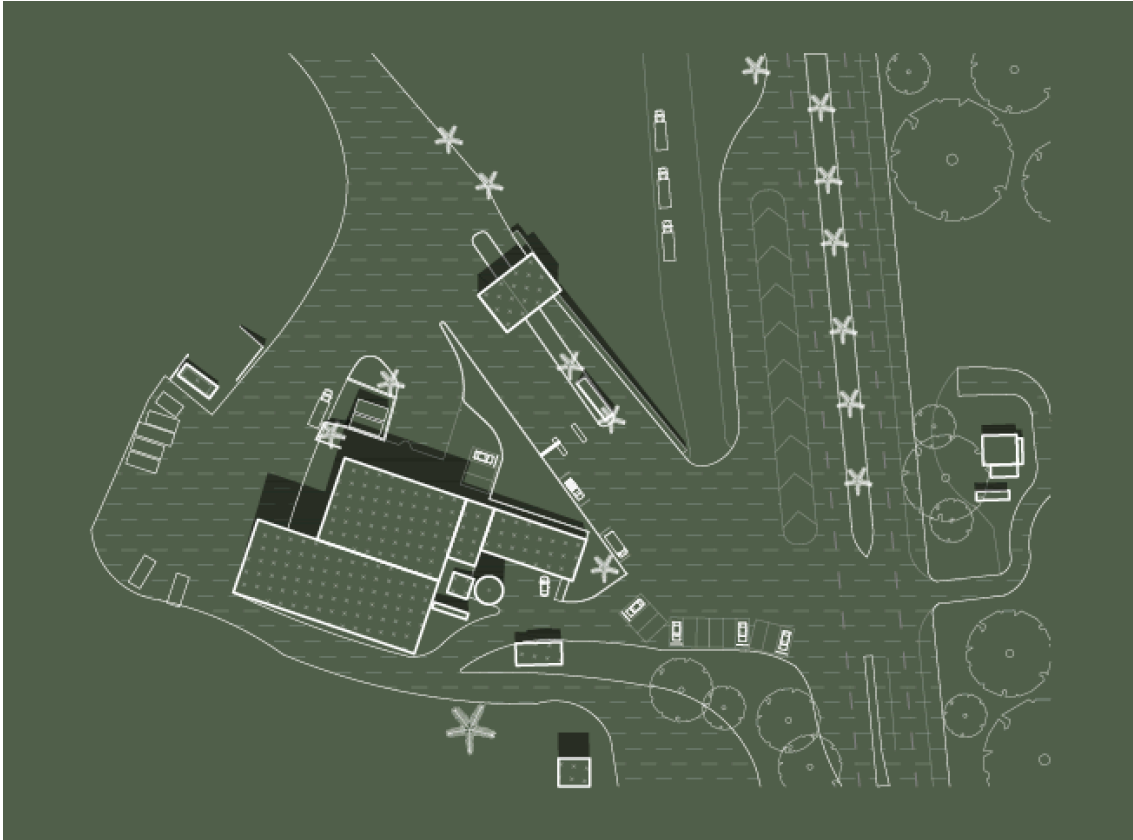


Figura 10: Diagrama en planta del centro de reciclaje y vertedero de Guaynabo. Imagen realizada por el autor.

Vista aérea del centro de reciclaje y vertedero de Guaynabo Imagen recuperada por el autor de la ap. Maps

En esta investigación, se busca entender la relación entre el ciudadano puertorriqueño y los espacios de reciclaje como plantas de reciclaje y centros de acopio. Por esta razón, y deseando conseguir conocimiento de manera segura en tiempos de pandemia, se realizó una encuesta en un grupo de personas residentes y ex residentes de Vega Baja por la red social de Facebook. Escogimos este grupo de 15,000 integrantes para conocer el pensar de los vegabajeros hacia las prácticas del reciclaje y sus espacios. Previo a la encuesta, se proyectaba una relación negativa, sino nula de parte de los ciudadanos con estos espacios.

En la encuesta, se obtuvieron resultados de 49 participantes mayores de 18 años, con un grosor de 24.5% de la población siendo mayores de 60 años. El segundo valor más alto de participantes fueron adultos de 41-50 años con un 20.4%, mientras que el tercero, con un 18.4%, fueron adultos de 51 a 60 años de edad. El cuarto y quinto lugar con un valor idéntico de 14.3% de participantes fueron adultos de 25-30 y de 31 a 40 años de edad. Como último valor, quedaron los adultos de 18 a 25 años de edad con un 8.2%. Por otra parte, el 64% de los participantes son de género femenino, y el restante 35.4% se identificó como género masculino.

Al momento de preguntarles si practicaban el reciclaje, un 42.9% contestó “en ocasiones”, un 38.8% contestó que sí, dejando a un pequeño 18.4% de participantes contestando que “no”. De las personas que contestaron “no” o “en ocasiones”, un 90% contestó que la causa era la falta de sistemas de reciclaje en su comunidad, un 40% comentó que los centros de recogido están muy lejos de su residencia y un 20% comentó que es muy complicado el proceso. De los 49 participantes, el 79.6% comentó no haber sido orientado sobre los procesos de reciclaje en la isla. Adicional, se les preguntó si conocían la localización de algún centro de acopio o planta de procesamiento en el municipio, proveyendo resultados donde un 51% de los participantes contestó que “sí”, y un 49% contestó que no.

Esta información, añadida a la tasa baja de reciclaje en la isla, presenta diferentes posibilidades. Mientras que un 43% de los participantes dijo reciclar “en ocasiones” y un 38.8% contestó “sí” a practicar el reciclaje, casi el 80% comentó no haber sido instruidos en la práctica. Esto podría significar que la muestra tomada fue autodidacta y se instruyó sobre la manera correcta de reciclar o existe una gran posibilidad de que la muestra no esté reciclando de la manera correcta. Considerando la baja tasa de reciclaje, se podría diferir que de hecho, la población de la isla recicla o hace el intento, pero por falta de conocimiento, recurre a malas prácticas de reciclaje y el material termina en los vertederos.

Por otro lado, se preguntó a la población cuán cerca de su residencia quisieran tener un centro de reciclaje. Un 66.7% de la población comentó que en “su comunidad o vecindario”, un 22.9% prefiere que esté en su pueblo, un 6.3% prefería que fuera en su distrito y un 2% entiende que debe ser a través de “*curbside pick-up*” o recogido en la acera. Ningún participante escogió la opción “Fuera de mi distrito”, lo cual sugiere que la población entiende la necesidad o beneficio que podría traer. El resultado de 67% de la población reconociendo la necesidad de que debería haber un centro de reciclaje en su comunidad, demuestra que lo ven como un espacio atractivo, y no repelente como se pensó previo a la investigación. Al pedirle a los participantes que describieran en una sola palabra, los espacios de reciclaje como centros de acopio y plantas de procesamiento; la mayor parte de la población (24%) lo describió como importante (necesario, esencial, importante, indispensable), otra gran cantidad (15.5%) relacionó el término con fuente de vida (vital, vida, vital para el planeta, supervivencia, salud) y un 8% lo describió en términos de sustentabilidad (protección, re-uso, renovación). Otros términos utilizados fueron: “eficiente”, “grande”, “sucio”, “limpio”, “clasificación” y “acopio”.

Finalmente, se les pidió una perspectiva al futuro, preguntando qué les gustaría encontrar en un centro de reciclaje, dando la opción de escoger más de una alternativa. El valor más alto resultó ser un 85.7% indicando “participación y educación ciudadana”, un 63% como segundo valor de mayor a menor, fue “venta de materiales de segunda mano” y en tercer lugar quedó “espacios de investigación tecnológica” con un 51%. Actividades como “eventos culturales” y “actividades de recreación” tuvieron un 22.4% y un 20.4%, respectivamente.

¿Qué te gustaría encontrar en un centro de reciclaje ?



49 respuestas

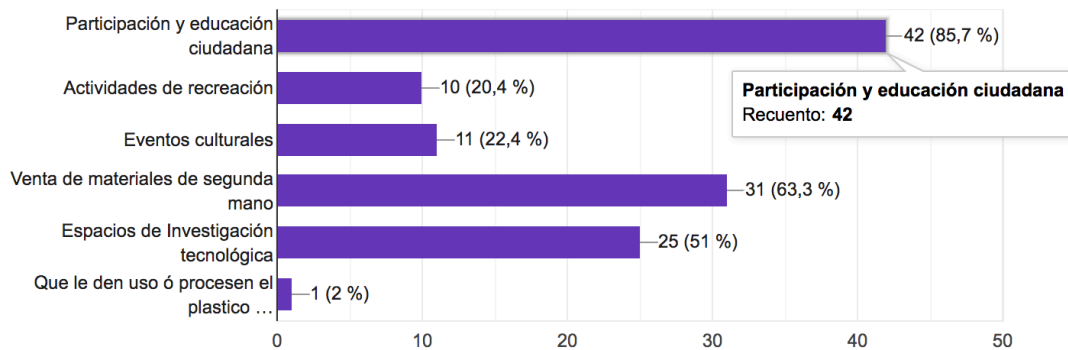


Figura 11: Imagen de resultados de la encuesta, pregunta: ¿Qué te gustaría encontrar en un centro de reciclaje?

Capítulo 5: Conclusiones y Recomendaciones Tesis Investigativa

Esta investigación da paso a la posibilidad de replantearnos los espacios y a la infraestructura del reciclaje en la isla. Se encontró que en Puerto Rico, los espacios de reciclaje como lo son los centros de acopio y las plantas de reciclaje municipales están totalmente ideados a ser funcionales, sin considerar algún tipo de participación ciudadana. La influencia de un mercado capitalista y la contratación de compañías privadas, evita el desarrollo de espacios que consideren factores sociales y ambientales o programas de educación. Las plantas de reciclaje municipal en la isla, se han desarrollado a la par con los fondos que cada municipio les invierte a su propio programa. En los casos de estudio a dos plantas de reciclaje en Puerto Rico, una en el municipio de Vega Baja y otra en el municipio de Guaynabo, se encontraron características que afectan al desarrollo de un espacio agradable y atractivo para el ciudadano.

A los espacios sólo se llega mediante un vehículo, no hay perceptible consideración de acceso peatonal. La relación que se establezca con la vía de acceso será de suprema importancia. Muchas plantas de manejo de materiales reciclables en la isla recurren a crear fachadas ciegas de acceso a la vía, y por conclusiones con la investigación teórica, se entiende que viene a causa de la mala percepción social del material y el proceso allí realizado. No todos los municipios en la isla cuentan con plantas de reciclaje, sino que solo trabajan con centros de acopio y estaciones de transbordo, pero el caso y las características de la planta en Vega Baja, suelen ser recurrentes en estos espacios. Las características de la planta de Guaynabo, tanto en localización como fachada, intentan crear un espacio más amigable, inclusive cuando los volúmenes creados por su naturaleza metálica, parecen garajes o canchas deportivas.

Las encuestas presentan una relación positiva entre el ciudadano y el manejo del producto reciclable. Los ciudadanos puertorriqueños reconocen y entienden la importancia de la existencia de espacios de reciclaje en su comunidad, incluso cuando no han sido educados sobre los procesos correctos. El público sabe donde están los centros de acopios y plantas de reciclaje, simplemente no los usan porque no están atraídos a ellos, piensan que el sistema debería recogerlos en las residencias, o los consideran muy lejos. Gran parte de la muestra estudiada entiende que en los espacios de reciclaje, debería haber mayor participación y educación ciudadana, y programas como investigación tecnológica o venta de productos de segunda mano, inexistentes al momento.

La posibilidad de desarrollar plantas de reciclaje que incorporen la participación ciudadana, e incluyan otras funciones programáticas atractivas para el público, es inmensa y existen numerosos ejemplos a través del mundo. Mientras desarrollar centros de acopio e infraestructura comunitaria es importante; existe una necesidad de desarrollar programas de educación en estos espacios, y lograr integrar al ciudadano con el proceso de manejo de los desperdicios que generan. Es en este proceso, que la arquitectura puede lucir y proveer soporte desarrollando espacios de programas múltiples que integren al ciudadano con el manejo de recursos reciclables. Como arquitectos, debemos replantearnos estos espacios, entender cómo involucrar a un ciudadano que está motivado a aprender y cómo atraer a los que no. El manejo desmedido de recursos ha sido un problema fundamental, sino el principal, para los seres humanos. Ya es hora de producir espacios arquitectónicos que critiquen este problema, y motiven a una evolución de sociedad y desarrollo de mejores prácticas. Como dice Jorge Rigau: “soy un arquitecto, por lo tanto, por definición, creo que las cosas pueden ser mejores”. Entiendo que el campo de la arquitectura puede, junto al apoyo ciudadano, comunitario y de organizaciones, re-pensar el desarrollo, no solo de las plantas de reciclaje municipal, sino de todo espacio que se involucre en el ciclo de los materiales para resolver el problema de explotación de recursos.

Pero, ¿cuál es la solución correcta para el reciclaje en la isla? Esta es una pregunta que no se puede responder con facilidad, ni se pretende resolver con esta investigación. El propósito de esta investigación y el proyecto que de aquí se produzca, será exponer la situación de los espacios y la infraestructura del reciclaje en Puerto Rico y las necesidades que tiene la isla en términos de manejo de desperdicios. Estamos conscientes que el reciclaje no es la solución para el manejo de recursos, sino que funciona como una necesidad a corto plazo. La postura principal hacia el manejo de recursos es reducir y rediseñar los materiales que utilizamos hasta llegar a un mínimo de generación de desperdicios. Por esta razón, el proyecto de fin de carrera deberá funcionar como el cambio de dirección de una infraestructura del reciclaje hacia una infraestructura de reducción de desperdicios.

Los esfuerzos de organizaciones ambientales fomentan el uso de las 7 “R” para el manejo de materiales: rediseño, reducción, re-uso, reciclaje, reparación, rechazo y re-integración. Usualmente se reconocían tres: reducir, reusar, reciclar, pero actualmente se hace ímpetu en el re-diseño, reparación y re-integración o compostaje. En Puerto Rico, hace falta todo tipo de espacio en el ciclo de materiales, desde mercados de venta de productos sin envolturas y productos de segunda mano, espacios de re-diseño de producto, espacios para compostar en las comunidades y volver a desarrollar los espacios de reparación. Jessica Seigel, fomenta mucho la necesidad recurrir a métodos de reciclaje no tradicionales y re-introducir tradiciones perdidas y dejadas atrás. Por ejemplo, en Puerto Rico limpiar botas, arreglar zapatos, reparar costuras e inclusive devolver el envase de la leche, son métodos antiguos de re-uso de materiales que fueron abandonados por la cultura del desecho y la obsolescencia programada.



Figura 12: Izquierda: Foto de un lechero de Caribbean Dairy en Ponce, recuperada de “La industria lechera en PR” el 5 de octubre de 2020.

Derecha: Mujer puertorriqueña dedicada a la costura, recuperada de la página web de Noticel, el 5 de octubre de 2020.

Particularmente en el caso de la arquitectura como generadora de desperdicios, la utilización de recursos no-renovables como el cemento y el acero debe ser reconsiderada y reciclada a su máxima capacidad. La industria de la construcción es de las más amplias en la isla, pero por otro lado es de las más contaminantes. Los materiales deben ser rediseñados para una fácil reutilización o re-integración al medio ambiente. Con el exceso de estructuras abandonadas en la isla, se debería realizar un catálogo de “minería urbana” donde se rescaten los materiales reutilizables, reduciendo así el consumo e importación de algunos materiales. Rotor DC es una compañía basada en Bruselas que realiza estos servicios de “minería” y los venden en su página web. La industria debe recurrir a la investigación y desarrollo de productos de materiales reciclables como lo hizo ReWall produciendo paneles de cartón con color (el cual ya no se recoge), para generar un sustituto al ‘*gypsum board*’, más sustentable para el medio ambiental y seguro a la salud.

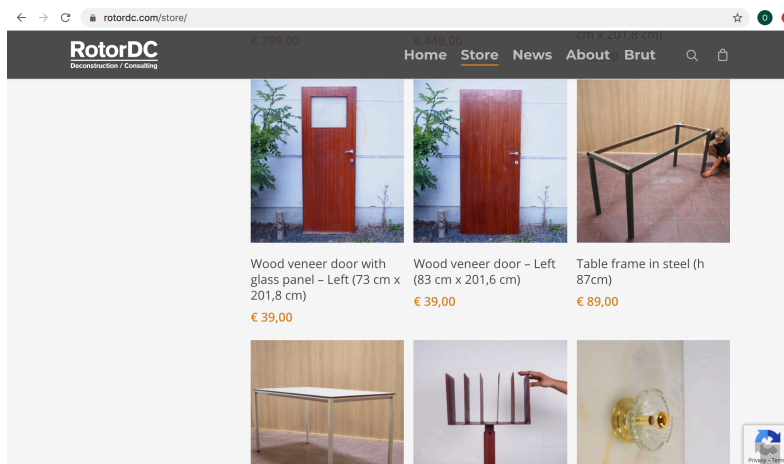


Figura 13: Página web de Rotor DC, imagen tomada por el autor el 27 de septiembre de 2020

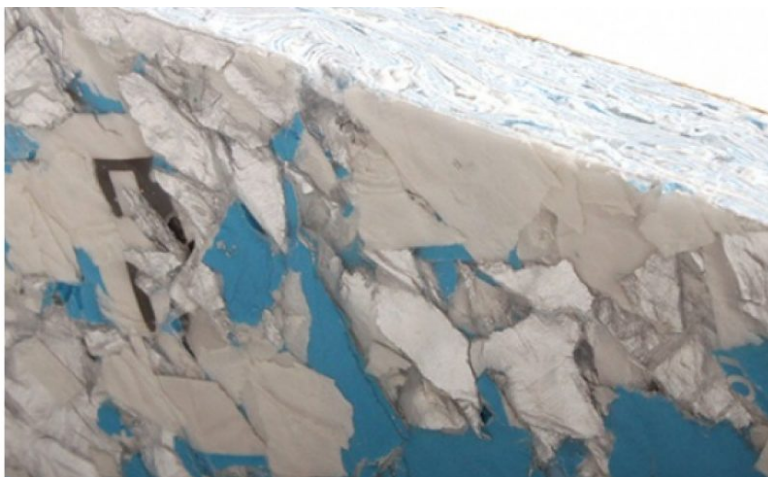


Figura 14: Foto detallada de un modulo de cartón comprimido creado por ReWall, imagen recuperada de Healthy Materials Lab el 3 de octubre de 2020

En fin, la isla necesita desarrollar una infraestructura sólida, mínimo a nivel regional que determine los procesos para el reciclaje básicos en la isla y organice todos los pequeños esfuerzos que se realizan hoy día. Los directores de organizaciones ambientales y compañías dedicadas al reciclaje presentan la necesidad de cerrar el ciclo del material en la isla, tanto para evitar los costos de exportación como la necesidad de importar o crear nuevos productos. El desarrollo de plantas de reciclaje es necesario en la isla, pero no sin proveer espacios que brinden la posibilidad de educar e involucrar al ciudadano, buscando que generen cambios culturales y sociales en la manera en cómo tratamos los recursos. El espacio para reciclar, se vuelve una adición a un programa mayor de procesamiento de individuos, de transformar una mentalidad consumista de desperdicios a una mentalidad sustentable de recursos. Debemos producir espacios que no solo rediseñen y reciclen materiales, sino también, nuestra manera de pensar.



Figura 24: Diagrama conceptual del espacio propuesto, imagen creada por el autor.

Capítulo 6: Estudio de Precedentes

Esta investigación tiene como objetivo encontrar posibilidades de espacios que incluyan al ciudadano, al nivel que sea posible, en el proceso de manejo de materiales reciclables. Entendemos que tornar los espacios de reciclaje como lo son las plantas de procesamiento (MRF), a espacios que busquen educar, incluir y motivar al ciudadano a entender el proceso y las necesidades de la industria del reciclaje; provocaría un cambio en la relación del ciudadano y los productos que consume. Por esta razón, se analizaron precedentes de espacios donde se haya intentado remediar esta relación, con la intención de entender las estrategias de diseño utilizadas para alcanzar el objetivo.

Los tres espacios analizados fueron: las Facilidades de Reciclaje “Sims” en Brooklyn, Amager Bakke o Copenhill en Copenhagen y UTE las Dehesas en Madrid. Entre las estrategias de diseño encontradas están la diversificación de programa, la separación de circulaciones y un circuito lineal de materiales. Estas tres estrategias se repiten en los proyectos y facilitan el proceso, mientras promueven un cambio en la imagen y relación entre el ciudadano y los espacios de manejo de materiales reciclables.

La primera estrategia de diseño a discutir es la diversificación de programa. En el proyecto de Brooklyn, Shelldorf Architects diseña en un solar de 11 acres, una planta de recuperación de 140,000 pies cuadrados y procesamiento de materiales, que incluye un centro administrativo y de visita. La parte funcional de la planta es acompañada por programas de educación con áreas de salones y conferencias, cafeterías y recorridos guiados, adicional a áreas verdes recreativas en el solar. UTE las Dehesas, en Madrid, utiliza el mismo programa de centro de visita y administrativo en el proyecto. Estas facilidades diseñadas por Abalos y Herreros Arquitectos, comprenden una planta con 320,000 pies cuadrados de procesamiento de material doméstico y comercial para reciclar e incluyen salones de conferencia, patios abiertos, galerías, comedores, entre otros.

El tercer proyecto analizado es el Amager Bakke en Copenhague, diseñado por BIG architects, y es una planta incineradora de 1.02 millones de pies cuadrados de construcción con capacidad de recibir 400,000 toneladas de desperdicios sólidos municipales y 300,000 visitantes al año. Esta planta utiliza el techo, o la “quinta fachada”, para producir espacios recreativos para la ciudad, generando la primera “montaña” de esquiar en la parte urbana de Copenhague. Su programa general es un espacio de recreación, pero en el mismo puedes encontrar pistas de patinaje, áreas de práctica y aptitud física, circuitos y senderos para correr, áreas de juego, e incluso excursionismo. Esta diversificación de programas en plantas de manejo de desperdicios resulta una estrategia útil para crear espacios dentro de las plantas con propósitos para el ciudadano.



Figura 16: Amager Bakke, imagen recuperada de Instagram el 26 de octubre de 2020.

La segunda estrategia de diseño es la separación de circulaciones públicas, de las privadas. Uno de los problemas principales de estos espacios es la falta de acceso ciudadano que genera desinterés y confusión sobre el proceso que allí se lleva. Estos espacios de manejo de desperdicios tienen maquinarias que pueden ser peligrosas al usuario sin experiencia, sin contar que tener visitantes en cualquier espacio de trabajo entorpece la dinámica y el proceso de producción. Por esta razón, el ciudadano nunca ha sido invitado a participar del proceso de reciclaje, más allá de depositar sus materiales en centros de acopio.

En los proyectos estudiados, se resuelve o aborda este problema con la simple separación de circulaciones. En la facilidad de Brooklyn, el edificio de visitantes, se conecta mediante un puente elevado con las facilidades de procesamiento para un recorrido a un tercer nivel. Las áreas de acceso y estacionamiento público y privado están divididas desde el inicio del solar por diferentes carriles vehiculares.



Figura 17: UTE las Dehesas, imagen recuperada de estudioherrerros.com el 25 de octubre de 2020.

De la misma manera, en el proyecto de Abalos y Herreros se desarrolló un puente elevado a un nivel superior por donde los visitantes recorren un circuito a través de la planta de procesamiento de reciclaje. Este método de circuito facilita la comprensión del proceso de reciclaje en su totalidad. Por otro lado, la incineradora diseñada por Bjarke Ingels es posiblemente el ejemplo de separación circulaciones con menos interacción entre el ciudadano y el espacio de trabajo en la planta. El diseño del circuito de patinaje sobre el techo del “*Amager Bakke*” está ideado para que se termine en el nivel tierra, justo a un lado del área de acceso al elevador que sube hasta el nivel superior para repetir el circuito. Este elevador es un contenedor de cristal que permite tener vistazos hacia el interior de la planta, buscando generar la curiosidad por entender lo que allí sucede.

La tercera estrategia analizada es el diseño de un circuito lineal de materiales. En términos de organización de espacios, maquinaria y funciones, los diseñadores han encontrado el proceso del reciclaje de materiales uno lineal.

Primero, el material llega a la planta, se deposita en un “tipping floor” o piso de vertido, se remueve la basura, se separa por materiales y luego se tritura o embala para ser almacenados hasta ser entregados o vendidos a compañías que utilizan el material. Los diseñadores, tanto de la planta en Brooklyn, como la de Madrid, se ocuparon por desarrollar un proceso lo más lineal posible para facilitar el movimiento del material de un paso al siguiente.

Cabe mencionar estrategias utilizadas en otros proyectos como lo son el “*University of Washington West Campus Utility Plant*”, donde en un contexto totalmente urbano, abren en paneles de cristal, la fachada que da cara a la calle. De esta forma, la maquinaria y el espacio interior de la planta son percibidos por cualquier transeúnte que pase frente al proyecto, invitando a curiosear y observar qué ocurre dentro de ese espacio. Esta educación, o motivación a educación, pasiva repara la imagen de los espacios de infraestructura en una ciudad.



Figura 18: Fachada del “West Campus Utility Plant” de la Universidad de Washington. Recuperada de archdaily.com el 25 de octubre de 2020.

Otra estrategia importante, es el reciclaje de materiales en el proceso de construcción. En el caso de la planta Sims, tanto el solar como la estructura de los edificios viene de materiales reciclados; cristal reciclado y roca triturada el solar, y acero reciclado para la estructura de los volúmenes. La utilización de materiales reciclados para construcción es un problema por la desconfianza de trabajar con materiales ya sometidos a cargas, por la intransigencia de arquitectos de trabajar con algo ya producido, y por la falta de materiales reutilizables o recuperables al momento de la demolición. Sin embargo, debemos romper con estas ideas y promover la reutilización de materiales y el diseño de nuevos materiales de construcción reutilizables.



Figura 19: Sims Recycling Facility, imagen recuperada de sims municipal.com el 24 de octubre de 2020

Estas estrategias de diseño servirán de guía para el diseño propuesto resultante de esta investigación. Este proyecto deberá incluir al ciudadano en los espacios de reciclaje, educarlo respecto al proceso y las necesidades del sistema, y promover una oportunidad de cambio de mentalidad respecto al uso y consumo de materiales.

Capítulo 7: Estudio de Predio

La selección del predio para este proyecto requería establecer diferentes parámetros como localización, accesibilidad tanto poblacional como industrial, emisiones de carbono generadas (tanto por el desarrollo, como la vida del proyecto), su futura reutilización o reciclaje, entre otros. El proyecto es ideado como una planta de reciclaje educativa, que presente y facilite el cambio necesario de una infraestructura de reciclaje inexistente a una infraestructura de reducción al consumo de recursos. Esta idea de proponer una práctica nueva en un contexto donde no existe, requiere de un análisis cauteloso de la práctica actual y la práctica propuesta, para entender qué espacio tiene mejor opción para generar un cambio de práctica.

Se escogió San Juan como el municipio idea para emplazar el proyecto. Entendemos que su índice poblacional, sumado a la población que, no vive, pero trabaja en San Juan, y el hecho de ser la capital del país, nos provee la oportunidad de impactar una población más grande y proponer un sistema ejemplo y timón para el resto de la isla. La infraestructura de desperdicios sólidos en el municipio esta subcontratada a la compañía privada Con-waste, quienes se encargan de recoger tanto la basura, como el reciclaje. Estos tienen sus vertederos y plantas de reciclaje en Humacao, por lo tanto gran parte de los desperdicios sólidos del municipio son removidos de la capital y transportados vía camiones compactadores al este de la isla, lo que libera grandes cantidades de emisiones de carbono. Solo se pudieron identificar dos centros de acopio oficiales en el municipio, uno localizado en el Parque Central de San Juan, y el otro en los predios del Complejo Deportivo de San Juan y *Eco-sports*, aunque el municipio tenía servicios de buzones de reciclaje en diferentes partes de la ciudad, como es el caso del Coliseo de Puerto Rico José Miguel Agrelot.

En este municipio, analizamos tres predios posibles para la intervención: (1) el solar de la antigua Fabrica Abarca en el distrito de convenciones, (2) el actual solar de Ornamento y Ornato en San Juan al costado del antiguo vertedero en el expreso Kennedy y (3) el solar abandonado entre Plaza las Américas y “A la Orden Discount “en la calle Calaf.

Los tres predios cumplían con los parámetros deseados a diferentes niveles. Mientras las estructuras construidas de la fábrica de Abarca presentaban una oportunidad para reciclarlas, y el solar de Ornamento y Ornato presentaba una relación con el tema del proyecto; el solar de la calle Calaf presenta la mejor localización en términos de visibilidad y provee la oportunidad de criticar el actual modelo de consumo.

El centro comercial más importante de Puerto Rico y más grande del Caribe es Plaza las Américas, este espacio es la cúspide del consumo puertorriqueño. Cabe mencionar que compañías americanas como JC-Penny y Macys, tienen en Plaza las Américas sus sucursales con más ventas en el mundo. Datos como estos, representan la cultura de consumo desmedido que hay en la isla. Estas prácticas, generadas por el capitalismo, apuestan a la obsolescencia programada y a un consumo insostenible de recursos. Por esta razón, entendemos que establecer el proyecto en la zona comercial liderada por Plaza las Américas (PLA), no solamente nos localiza en “el centro de todo” (“slogan” del centro comercial); sino que funcionará como crítica y opción alterna, al consumo que allí se practica.

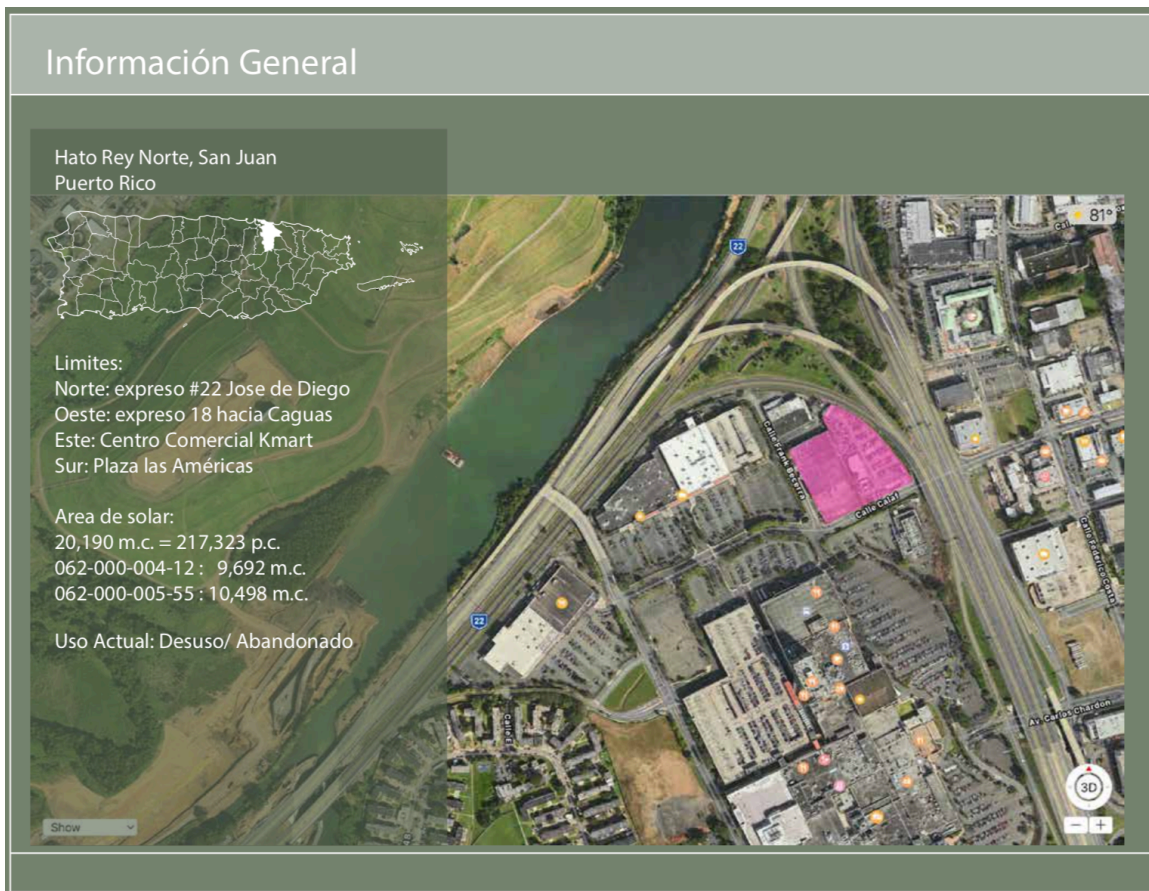


Figura 20: Diagrama de Localización e información general del predio seleccionado

El predio a intervenir esta delimitado al norte por el desvío del expreso #22 en dirección a San Juan hacia el expreso #18 en dirección a Caguas, la calle Calaf al sureste y la calle Frank Becerra al oeste. Cabe mencionar que los predios más cercanos al oeste, esta los comercios *K-mart*, *RoomsToGo* y *Office Depot*. El espacio seleccionado comprende dos solares anteriormente impactados, pero actualmente vacíos. Estos solares se conocían por albergar el programa de un centro de venta de automóviles Cabrera. Con un área de 20,190 metros cuadrados, el solar esta en estado de abandono con grama crecida sobre el asfalto y un ‘*billboard*’ pegado al expreso #22. Este se encuentra en una zona sub-urbana de comercio, donde todos los solares están calificados como Comercial Intermedio o C-I. Los espacios residenciales más cercanos en la zona son los condominios de vivienda a lo largo de la Calle Calaf, el residencial Nemesio Canales y tanto el área residencial de Puerto Nuevo, como la urbanización Roosevelt. a lo largo de la Avenida F. D. Roosevelt.

La vegetación y topografía del lugar es mínima, excluyendo algunos árboles a lo largo de las aceras y las icónicas “montañas de basura” del antiguo vertedero. La ventilación en el predio viene mayormente del noreste, provocado por las presiones de viento de la costa norte, e incluso la influencia del movimiento a altas velocidades de vehículos por el expreso. Por la localización de la isla en el globo terráqueo, la iluminación solar a lo largo del año viene primordialmente del sur, aunque algunos meses el sol se inclina hacia el norte. Las sombras en el solar son generadas por algunos arboles y cualquier sombra, si alguna, que pueda generar el edificio de “A la orden *Discount*” en la época de verano. La iluminación artificial esta compuesta por algunos postes en la acera de la calle Frank Becerra y algunos postes típicos de estacionamientos terreros en el centro comercial aledaño.

La desembocadura del Rio Piedras se encuentra al norte del predio, entre el antiguo vertedero y el expreso #222. La presencia del Rio, como el mal desarrollo impermeable de la ciudad, presentan posibilidades de inundación en la zona, delimitado por FEMA como una zona de inundabilidad con una elevación de 3.61 metros o 11.84 pies.

El solar esta localizado entre dos nodos importantes de la ciudad de San Juan, creados por el encuentro de tres expresos que conectan el resto con la capital: el expreso hacia Bayamón y la zona oeste de la isla, el expreso hacia Caguas y la zona sur, y el expreso hacia San Juan y la zona este de la isla. Enmarcado por hitos importantes de la ciudad, el solar se encuentra entre Plaza las Américas y el Coliseo de Puerto Rico, al principio y final de la Calaf, respectivamente, sin olvidar el anteriormente mencionado Rio Piedras y Vertedero de San Juan.

Entendiendo lo céntrico e importante que es este espacio en el municipio, nos preguntamos: ¿Cuál es la historia detrás del desarrollo de esta zona? Según la historia documentada desde la llegada de los españoles a la isla y durante el siglo 16, estos terrenos pertenecían al rey y eran utilizados para la siembra de caña y la cría de ganado para alimentar a las tropas (de aquí el nombre Hatos del Rey). En el 1714, el gobernador Juan de Rivera reconoce los asentamientos de la comunidad El Roble a orillas del Rio Piedras, y se funda lo que es el pueblo de Rio Piedras. Doscientos años más tarde se funda la Universidad de Puerto Rico en 1903. Para 1918, la familia Fonalledas, una familia dueña de ganado en Toa Baja adquieren 527 cuerdas de terreno pertenecientes al conde de Santurce: Pablo Ubarri Capetillo, en lo que se conocía como Las Monjas por la localización de un convento en la zona.

Bajo ordenes del presidente Roosevelt y la primera dama Eleonor Roosevelt, en 1934 se crea un experimento social urbano llamado The New Deal y se desarrollo en el área de Hato Rey la urbanización Roosevelt. Esta urbanización es la precursora del desarrollo urbano acelerado en la zona, dando paso a lo que hoy conocemos como la Milla de Oro. Durante los primeros años del siglo 20, los Fonalledas fueron deshaciéndose del cultivo de caña en su terreno y lo concentraron en ganadería. Para el 1941, crean la planta de pasterización y se crea la zona industrial Tres Monjitas, haciendo referencia al barrio las Monjas y a los tres hermanos Fonalledas descendientes y propietarios del negocio familiar.

En 1950, la Junta de Planificación identifica el área de Hato Rey como ideal para la creación de un centro comercial, estructura en auge para la época, y los Fonalledas vieron una oportunidad de desarrollo. El mismo año, Hato Rey se divide en cinco barrios diferentes: Hato Rey Norte, Hato Rey Central, Hato Rey Sur, el Cinco y Universidad. En 1951, Río Piedras es consolidado con San Juan bajo el proyecto 177 de la Cámara de Representantes. En 1967 el ingeniero Peter Jacobson comienza la construcción del centro comercial, y un año más tarde abre el centro comercial con 70 acres de terreno.

Para 1984, el papa Juan Pablo II visita la isla y celebra una misa en el estacionamiento del centro comercial Plaza las Américas, específicamente en el predio seleccionado, ante miles de puertorriqueños. Para el 2003, las estructuras comerciales cerca y en el predio estaban construidas. En 2009, La Fundación Plaza las Américas generó un monumento en la intersección de la Calle Calaf y la, Frank Becerra. Ya para el 2017, las estructuras dentro del predio seleccionado habían sido demolidas y removidas, dejando el solar en su estado actual.

Según los análisis hechos, el predio goza de excelente localización y céntrica para el proyecto que se pretende realizar. Este tiene oportunidades de acceso a materiales y a una población existente en la zona, que mantenga el proyecto activo y recurrido por ciudadanos puertorriqueños. Entre las debilidades del solar, esta la condición de abandono del área y la falta de accesos alternos al vehículo privado, y el mismos ve amenazado grandemente por la posibilidad de inundaciones de 3 metros. Por esta razón, como parte de la propuesta programática, se va a trabajar con cuatro temas esenciales a considerar para el desarrollo correcto de la práctica en el solar como: facilitación, inundabilidad, transportación y ciclo de vida de los edificios.

Capítulo 8: Propuesta Urbana y Arquitectónica

El proyecto propuesto no puede existir, sin un sistema completo de infraestructura urbana para el manejo de desperdicios sólidos. Por esta razón, nos damos la tarea de proponer una solución u organización al sistema urbano actual de manejo de desperdicios. El sistema considerará lo que sucede en cada etapa del proceso, comenzando con el momento en el que se genera el desperdicio, y los espacios requeridos para llevar a cabo estas prácticas.

El desperdicio, ahora identificado “recurso”, se debe recoger de tres fuentes principales: recipientes en la acera, recogido residencial y recogido comercial. Estas fuentes deben separar el recurso por categoría para facilitar el proceso de transportación a diferentes facilidades que manejen los diferentes recursos. El recurso es transportado a centros de acopio, estaciones de transbordo, centros de reparaciones, vertederos, o centros de compostaje. Solamente con esta primera barrera y división de materiales, el proceso se volvería mucho más eficiente, productivo y sustentable. De este proceso de depósito y separación, los materiales reciclables deben ser llevados a MRF's para purificarlos y, embalarlos o triturarlos. Los materiales embalados y triturados se convierten en materia prima para re-manufactura de productos reciclados.

Por otra parte, los materiales orgánicos deben ser tratados en fincas de compostaje como tienen compañías como TAIS, con quienes podríamos coordinar para establecer una infraestructura sólida de colaboraciones públicas y privadas para el manejo de desperdicios sólidos. Los materiales reusables o reparables deben ser llevados a facilidades dedicadas a la compra, reparación y venta de materiales usados, incluso a organizaciones sin fines de lucro como el Salvation Army quienes se encargan de revender textiles y ropa para recoger fondos para proveer ayudas a países o personas en necesidad.

Luego de esta destilación de materiales a procesos de manejo sustentable, el material remanente, siendo mínimo, puede ser llevado a los vertederos y depositado o exportado a países que generen energía a través de incineradoras que manejen correctamente el escape de toxinas como el dioxín. Con este sistema compuesto de diferentes procesos, podemos empezar a cubrir las necesidades de cada materiales o recursos específico para un manejo responsable de recursos. Cabe mencionar que el transporte de los desperdicios sólidos en Puerto Rico es a través de vehículos privados de motor, específicamente camiones compactadores de basura o grúas con plataformas para el transporte de materiales. Este movimiento de materiales de un espacio a otro, incurre en la generación de grandes emisiones de CO2. Entendemos que en Puerto Rico, por el tamaño de la isla, algunos de estos procesos podrían combinarse para reducir el transporte redundante de materiales, cuando podríamos tener centros de acopio y centros educativos en las fábricas de procesamiento. Incluso, podríamos considerar el transporte de recursos sólidos mediante otros medios de transporte como el tren urbano.



Figura 21: Propuesta de sistema urbano de manejo de recursos sólidos, imagen creada por el autor

El proyecto propuesto, considera la necesidad de métodos alternos de transporte, tanto de materiales a reciclar, como de usuarios del espacio. De manera en que, los métodos actuales de transporte (vehículo privado y guagua pública), serán complementados con la propuesta urbana de Manuel Bermúdez Arquitectos en establecer mejoras en la Calle Calaf. Estas mejoras nos proveerían acceso seguro y protegido desde la estación del tren urbano en el Coliseo hasta el predio del proyecto, tanto peatonal (18 minutos caminando), como en bicicleta (4 minutos). Incluso podríamos considerar transportar materiales reciclables a través de la vía del tren y tener empleados que transporten el material desde la estación en bicicletas preparadas como ocurre en otros países.



Figura 22: Diagrama hecho por el autor, incluyendo imágenes del proyecto de Mejoras Urbanas de la Via Calaf Arterial B(derecha), el Closedloop Initiative (inferior izquierda) y la ruta planificada del tren urbano. (superior izquierda)

Esta facilitación de acceso al proyecto, debe ser complementada con la facilidad de reciclar y aprender del reciclaje en la ciudad. El manejo de desperdicios sólidos, más aún el reciclaje, es un proceso complicado que requiere mucho esfuerzo del ciudadano. Idealmente para reciclar una botella de agua, debería removerse la envoltura, la tapa, el anillo sellador y lavarse para entonces depositarse; de igual forma, para reciclar una lata de aluminio se debe remover la envoltura y la pega de la envoltura, para entonces limpiarse y depositarse en un contenedor. Todo esto sin mencionar el llevar los materiales reciclables a centros de acopio (personas que no gozan del servicios de recogido residencial). Este constante proceso de depósito de recursos puede ser tedioso y extenuante para los ciudadanos.

Por esta razón, el proceso debe ser facilitado y atendido en diferentes niveles y espacios. El recogido en la acera deberá ser llamativo, divertido e incitar curiosidad en el peatón. La estación podría estar localizada cerca de paradas de guaguas para facilitar el depósito y recogido. Los centros de acopio por otra parte, deben ser expuestos a la sociedad, contar con áreas de drop-off, incurrir en empleados educativos que ayuden a las personas a reciclar de manera correcta, agrandar los espacios de almacenaje, establecer áreas techadas para los materiales, entre otras consideraciones que facilitarían la experiencia y práctica

FACILITACIÓN

 <p style="text-align: center;">Recogido en la Acera</p> <p style="text-align: center; font-size: small;">Residencial Urbano Basura "ON-THE-GO"</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">Localización: Espacios de estacionamiento paralelo Cerca de paradas de guaguas Carril de la AMA para recogido</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">Forma: Llamativos Codificados con color y forma Curiosos, divertidos y llamativos</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">Bines de: (5 espacios) Metales y Plástico/ Papel + Cartón Vidrio/ Orgánicos/ Basura o (3) Reciclables, Orgánicos, Basura</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">Residencial Sub-urbano Estacionamientos Comerciales 24 horas Entradas de zonas residenciales Accesibles Mediante "Drop-off" Recogido en la Residencia</p>	<p style="text-align: center;">Centros de Acopio</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">Empleado orientado disponible/ guardia de seguridad</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">Area de Depósito de Materiales Recuperables</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">Area Techada</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">Vagones con Mayor Espacio</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">Paneles Educativos</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">Drop-off accesible</p>	  
--	--	--

Figura 23: Posibilidades de Facilitación, incluye imágenes de proyectos internacionales, no Propiedades del autor.

En términos de educación y accesibilidad, el proyecto debe complementarse con sistemas digitales de programación donde a través de aplicaciones no sólo informemos sobre el proyecto, sus horarios, recorridos guiados y eventos, sino que podríamos establecer información de rutas y horarios de recogidos, localizaciones de centros de acopio y vagones en las aceras. Incluso complementar el sistema privado con información de capacidad restante en los zafacones, como de situaciones que requieran algún recogido inusual. Este sistema digital podría establecer una plataforma incluso educativa, que junto a paneles de información establecido en la ciudad, podamos orientar al ciudadano puertorriqueño respecto a un nuevo sistema de manejo de desperdicios sólidos que funcione a nivel isla. Estos paneles de información, además de establecer un sistema de codificación mediante formas y colores, deberán informar sobre el proceso de reciclar, los mitos existentes y las necesidades de la industria.

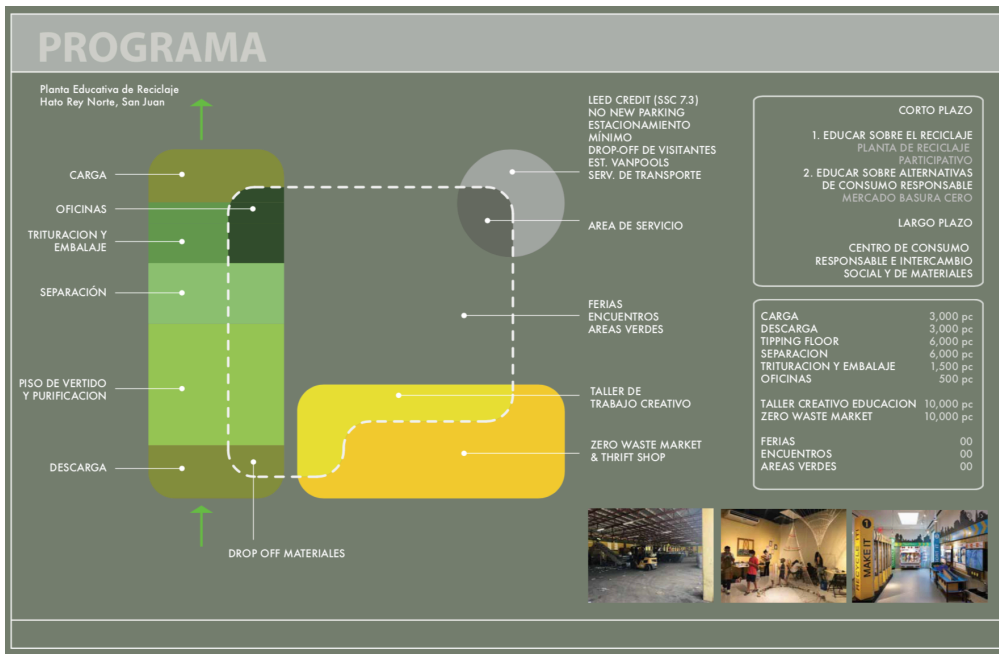


Figura 24: Diagrama de aplicación digital para iphone (hecho por el autor) y propuesta de paneles de información con imágenes de propuestas de codificación y educación del reciclaje, no propiedad del autor.

La planta de reciclaje a proponerse cuenta con un programa ideado con objetivos a corto plazo y a largo plazo. A corto plazo, el espacio será una planta de reciclaje concentrada en la educación visual y participativa del ciudadano. Además contará con un Mercado Basura Cero, que considere la venta de productos reciclados, que no generen basura o que promuevan el re-uso. A largo plazo, el proyecto deberá convertirse en un centro de consumo responsable e intercambio social y de materiales hasta el momento en que no sea necesitado o adquiera otro uso.

Se considera un proyecto de 40,000 pies cuadrados, donde la mitad del espacio se le dedique al procesamiento de materiales, entendiéndose el proceso industrial de la fábrica, y la otra mitad del espacio sea dedicada al “procesamiento” y educativo de ciudadano a prácticas sustentable de manejo de recursos, entendiéndose un taller de educación creativa y un Mercado Basura Cero. La planta de reciclaje deberá contar con áreas de carga, descarga, vertido, purificación, separación, trituración, embalaje, oficinas, y áreas de servicios. El centro educativo y mercado deberá considerar áreas de venta de quioscos, centro de información, cafetería, baños, áreas de educación participativa, áreas de descanso, espacio de empleados, entre otros esenciales para servir al usuario.

Por último se pretende establecer una ruta de recorrido guiado a través de la planta de reciclaje que comience en el taller educativo, oriente sobre el proceso llevado en la planta y termine en un patio central o plaza recreativa donde se pueda descansar y comprar productos al aire libre. Esta plaza deberá proveer la posibilidad de albergar ferias, encuentros y hasta subastas de materiales recuperados o reciclables. El proyecto deberá contar con áreas de drop-off de materiales y de ciudadanos, áreas de servicio y estacionamiento. Este último será considerado bajo el crédito otorgado por LEED donde se propone un área de estacionamiento vehicular mínimo, promoviendo otros métodos de transporte colectivo y sustentable.



Bajo la idea de que con el tiempo las prácticas de manejo de recursos sólidos se volverán sostenibles y el ciudadano obtendrá educación sobre el proceso de reciclaje, entendemos que el reciclaje como opción de manejo de recursos será sustituido y minimizado. Por lo cual, facilitaremos el adaptar el espacio a largo plazo para que reduzca a un 50% el programa de reciclaje, y integre espacios de reintegración, reparación e incluso, rediseño e investigación de materiales y productos.

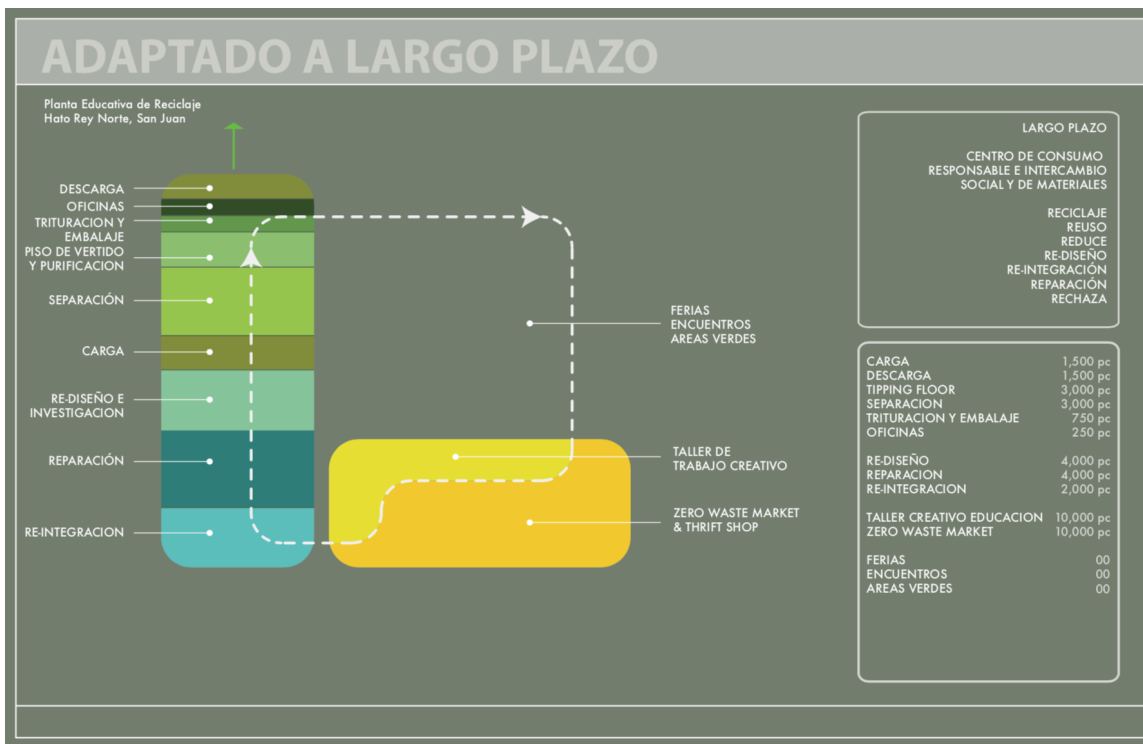


Figura 26: Diagrama de programa adaptado a largo plazo, imagen creada por el autor.

Finalmente, se trabajó como primer ejercicio de diseño, una posible organización del programa emplazado en sitio. Se propone establecer la Planta de Reciclaje lo más pegado al expreso #18 para aumentar la presencia visual del proyecto en la zona. El taller creativo y mercado de basura cero se consideró al final del solar, al costado del edificio de “ala orden discount”, pero permitiendo la circulación necesaria para los camiones que provean el material a reciclarse. El programa tanto educativo como industrial, será elevado del primer nivel para combatir los niveles de inundación, dejando el nivel principal como área de circulación, plaza, estacionamiento y áreas de recogido y almacenaje de agua. Se considerará la fachada a la calle Calaf como área de drop-off de materiales para facilitar el proceso. El proyecto deberá funcionar como un mismo volumen que fue dividido en dos, pero es ahora remediado y conectado por un puente de circulación peatonal entre ambos, ejemplificando la reparación que debemos hacer entre la relación del ciudadano con desperdicios y espacios necesarios para sustentarlos.

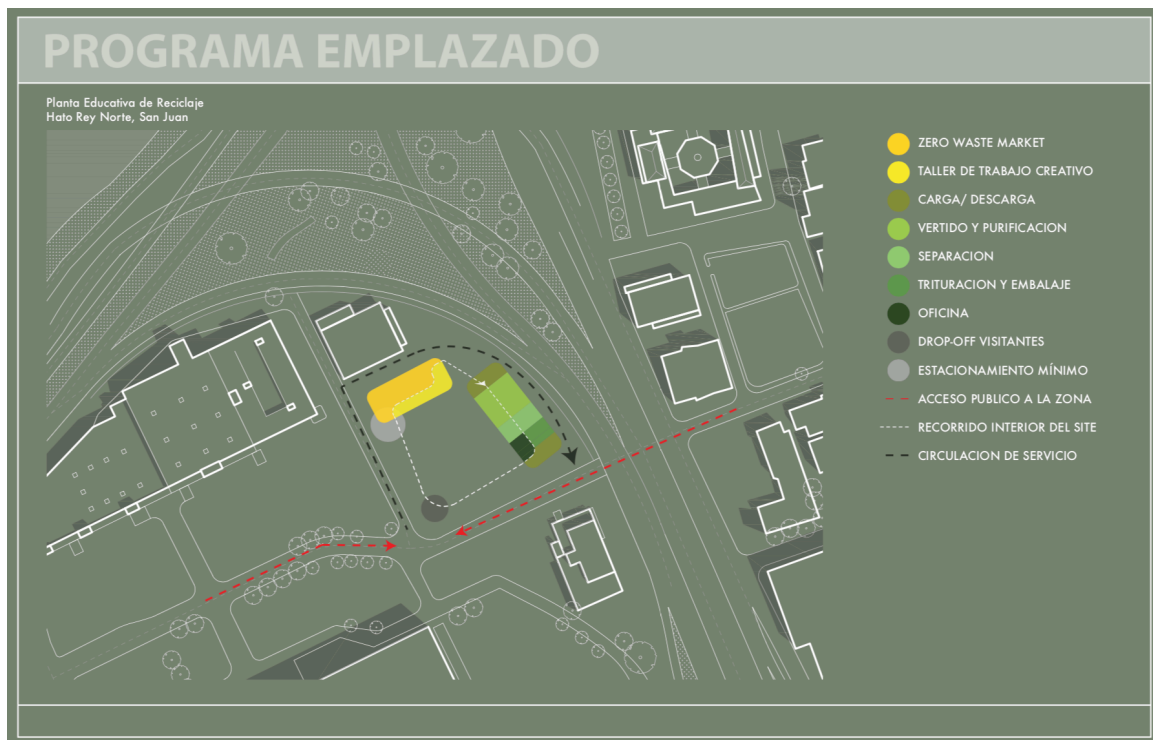


Figura 27: Diagrama de programa emplazado en sitio, imagen creada por el autor.

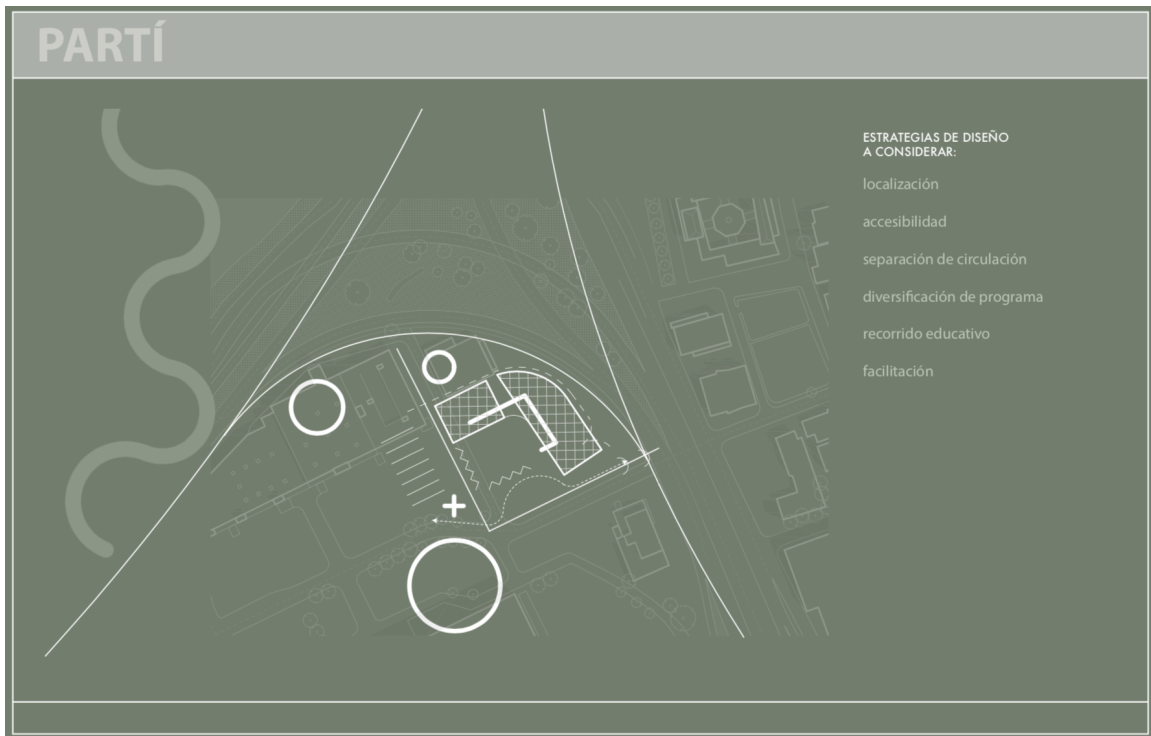


Figura 29: Diagrama partí del proyecto, imagen creada por el autor.

Proyecto de Fin de Carrera

Capítulo Final

- descripción del proyecto
- técnicas utilizadas
- materiales
- conclusión
- recomendaciones

Imágenes de la Presentación Final

Capítulo 9: Conclusiones y Recomendaciones del Proyecto Final

La respuesta arquitectónica al proyecto investigativo realizado durante esta tesis comprende un Parque de Basura Cero que funciona como centro turístico, comercial, educativo e industrial en el corazón de San Juan. Este proyecto es parte de un plan maestro mitigador de efectos del cambio climático en la zona, y generador de nuevas ciudades que combatan los problemas del urbanismo moderno y la zonificación. Juntos, el plan maestro, como la intervención puntual, buscan generar cambios en la concepción social actual puertorriqueña sobre las posibilidades de ciudades y espacios de vida urbana.

El plan maestro se basa en dos estrategias principales en la zona: la creación de parques verdes con zonas de bio-retención y captación de agua, la adaptación de techos existentes a techos verdes para recoger agua y disminuir los efectos de islas de calor. El parque de bio-retención se desarrollará a ambos lados de la calle Calaf (avenida Arterial), tomando parte de los estacionamientos frente a los actuales edificios comerciales para remover el asfalto, y desarrollar parques verdes, de descanso y paseo peatonal. Estos parques comenzarán a cambiar la percepción actual del centro comercial como un lugar cerrado, mecánicamente acondicionado, que genera total desapego con el ambiente exterior; hacia una de un lugar que reconoce el ambiente y que combina el comercio con el descanso.

El urbanismo moderno generó ideas de zonificación donde los espacios en la ciudad estaban totalmente divididos y solo eran accedidos por vehículos de motor. Esta división de programas a tal nivel, creó una ciudad que vivía y moría en diferentes secciones a diferentes horas (las zonas comerciales y de oficina están activas de día y las residenciales de noche). Es así que se generan los centros comerciales como estas islas protegidas del resto de la ciudad por gigantescas planicies, donde solamente un grupo social podía acceder y disfrutar de sus condiciones mecánicamente producidas. Por esta razón, el parque busca generar nuevas posibilidades para el espacio, donde se puedan desarrollar otras actividades que complementen y activen la vida urbana en la zona.

El parque contará con una vía de circulación peatonal para el recorrido de la zona a pie o en bicicleta. Este camino bordeará zonas de siembra, de descanso, de retención de agua, como también zonas de juego, de encuentro social, e incluso, de actividad comercial al aire libre. Según las visitas al “site”, para el desarrollo del análisis de sitio, se encontró que la zona ya se utiliza como zona de descanso y de encuentro social alternativo al comercial dado a que es una zona de estacionamiento que siempre esta vacía. El poco uso de este espacio puede especularse ser por la oferta de los comercios actuales en la zona, por la distancia a los espacios de venta, o por el exceso de estacionamiento en otros espacios. Cabe mencionar que el actual estacionamiento multi-piso a la izquierda del actual comercial “K-mart” esta en des-uso. En este, y otros estacionamientos multi-pisos en la zona, moveremos la cabida de estacionamiento programada para esta área, dándonos espacio para fomentar otras prácticas en la zona que den paso al peatón como elemento principal de la ciudad y del espacio.



Figura A: Diagrama de plan maestro para mitigación de riesgos, imagen creada por el autor.

Las prácticas de bio-retención utilizadas en el parque serán basadas en prácticas postuladas en el *Greater New Orleans Urban Water Plan* desarrollado en el 2013 para la zona de New Orleans por *Waggoner & Ball Architects* aspicado por el GNO, inc. y financiado por el H.U.D., por sus siglas en inglés. Estas prácticas envuelven estrategias como cunetas y franjas verdes de retención y captación de agua, creación de parques verdes que se tornen en cuencas gigantes de retención. La zona urbana de New Orleans, afectada por Katrina, comparte características con el terreno investigado, pues ambas zonas están en terrenos impactados, anteriormente pantanosos, a orillas de cuerpos de agua. Estas técnicas deberán ser analizadas, interpretadas y discutidas con expertos para saber cuales son los mejores rumbos para medidas de mitigación de inundaciones en la zona.

La segunda estrategia propuesta para el plan maestro es evaluar la posible adaptación de los techos existentes en la zona a techos verdes, que disminuyan el efecto de islas de calor y ayuden a retener el agua que impacta en esa área. Los techos verdes significan embellecimiento de la ciudad, disminución de impacto ambiental y huella de carbono, limpieza del aire, hábitat para múltiples especies y aves migratorias, retención de agua, e incluso posibles parques en los techos de los edificios para los usuarios. Los techos que no se puedan tornar en jardines de captación, se pueden adaptar para capturar las aguas de escorrentías que caigan en la zona y capacitar para recoger energía solar mediante placas solares. De esta forma, se reduciría el agua de escorrentías enviada al nivel terreno, mientras se utiliza el agua recuperada para otros usos. El desarrollo de técnicas de recogido de energía solar reduciría el impacto ambiental de los edificios, y proveería energía alterna limpia para diferentes usos de los edificios o las zonas aledañas.

En resumen, estas dos estrategias buscan mitigar los efectos de inundación en la zona, mientras proveen otra posibilidad de vida para la ciudad. Con esta intervención de plan maestro, encaminamos los esfuerzos de la zona para capacitarla a ser resiliente, y proveemos espacio amplio para desarrollo sustentable urbano en la zona.

Proyecto Arquitectónico

El proyecto, como mencionado anteriormente, es un Parque de Basura Cero, que comprende dos edificios de tres niveles levantados sobre el nivel del suelo, junto a una colina recreativa y de acceso a ambos edificios. Uno de los edificios, localizado en frente a la calle Frank Becerra, contiene el programa educativo de museo y taller, el programa comercial de basura cero y reparación, el área administrativa de la planta de reciclaje, y jardines verdes en los techos. El otro edificio contiene el programa de la Facilidad de Recuperación de Materiales, o MRF, por sus siglas en inglés. Este parque contará con un programa principal de recorrido guiado educativo que informe sobre las prácticas correctas, los retos y las alternativas del reciclaje. El recorrido comenzará en el cuarto nivel del edificio comercial/ educativo, tomará gran parte del recorrido mediante rampas a lo largo del MRF, terminando en el parque-colina para el descanso o disfrute libre de las facilidades.

Ambos edificios están levantados del suelo, velando los niveles de inundación en la zona de 10 pies de alto. Bajo el edificio comercial y educativo, se establece el estacionamiento requerido, disminuido a los estacionamientos mínimos permitidos por el programa de LEED para fomentar otras prácticas de movilidad alternas al carro. El edificio al este, el MRF, también está levantado sobre el suelo para proteger las maquinarias utilizadas en las facilidades. Bajo esta planta, en el nivel terreno inundable, se establece un programa de almacenaje de materiales recuperables luego de la demolición de edificios y un centro de acopio de materiales.

La colina, establecida en la parte sur-oeste del solar, dando hacia la intersección entre la calle Calaf y la Frank Becerra, es el tercer elemento importante de la propuesta. Esta colina tiene sus puntos más bajos en ambas esquinas que dan hacia la acera pública y suben gradualmente hacia las fachadas sur y oeste, de los edificios comercial y el MRF, respectivamente. La movida tomada provee conexión directa de la calle y espacio de circulación peatonal en la ciudad, y el segundo nivel de la propuesta, nivel principal de actividad pública y social para el programa.

La colina contendrá espacios para descanso y actividades sociales con árboles, áreas de circulación que completen el camino de circulación del parque, zonas para ferias de quioscos y terrazas de captación de agua y reducción de velocidad de aguas de escorrentías. Este espacio del solar, se le regala a la ciudad como un parque verde activo en una zona totalmente asfaltada.

Actualmente, la colina no existe en el solar, y para su construcción se tomará el material demolido en la zona para el plan maestro y los terrenos excavados para retener agua en el parque. Para sujetar la colina, se establecerán muros de contención hechos por neumáticos reciclados. Como parte de la investigación, se estudiaron técnicas de construcción de muros de contención, de más de 10 pies de alto, con neumáticos maestreadas por firmas de construcción y diseño arquitectónico como *Earthship Biotecture* liderada por el arquitecto Michael Reynolds. El diseño y ubicación de esta colina, permite la factible circulación vehicular en los niveles inferiores de estacionamiento y centro de acopio, mientras provee una conexión directa peatonal y segura desde la calle hasta los programas dentro de los edificios construidos. La colina, “entra” en ciertos puntos mediante puentes, a ambos edificios, creando una serie de bolsillos que funcionan como acceso visible e identificado, al programa interior de las estructuras. El diagrama partí refleja la línea base para movimiento de los bolsillos en las estructura y la idea conceptual de la propuesta.

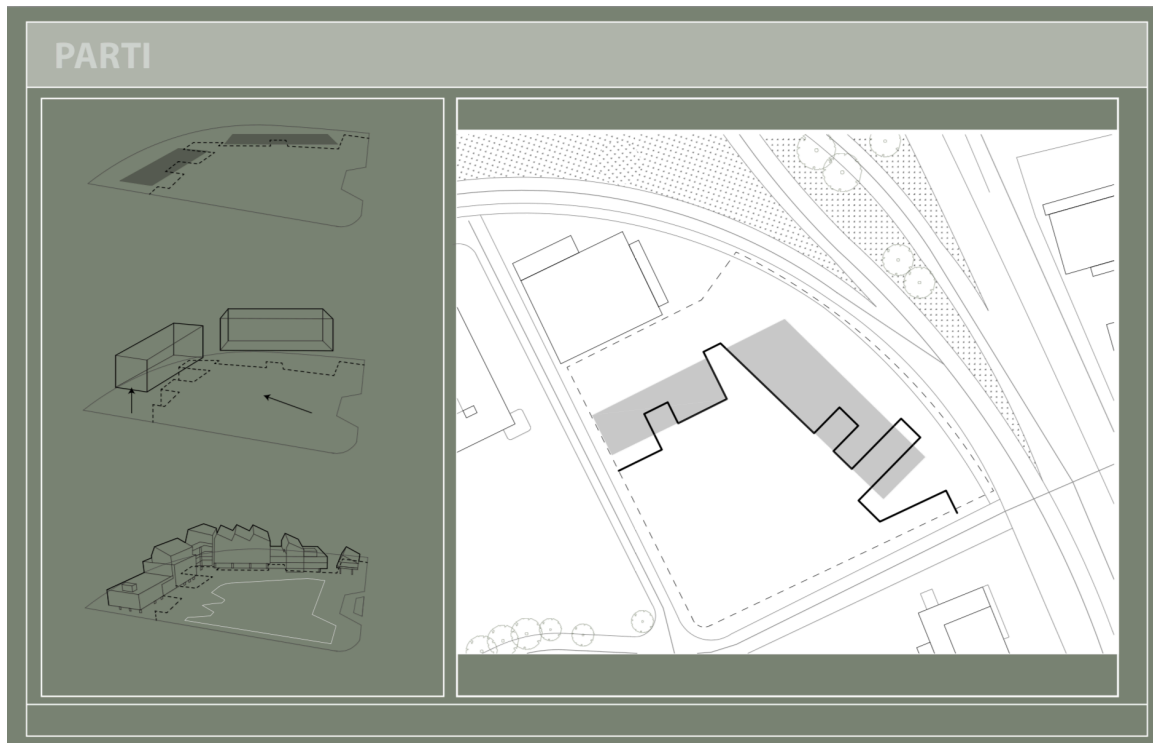


Figura B: Diagrama de partí y desarrollo de idea, imagen creada por el autor.

El primer nivel de programa interior del edificio comercial/ educativo, comparte un área de museo con área de consumo de basura cero. El área de museo fomentará el conocimiento, la educación y la curiosidad por el tema de reciclaje y de basura cero. Por otro lado, el área de venta, se abrirá a negocios que promuevan la Basura Cero y fomenten otro tipo de consumo sustentable. Entre estos negocios, se incluirán puestos de reparación de productos utilizados en la cultura antigua en Puerto Rico, como los zapateros, carpinteros, trabajadores de cuero y otras técnicas abandonadas por el mundo moderno a base del consumo desmedido y los productos de un solo uso. Este espacio generará el conocimiento de otras posibilidades de consumo, abriendo puertas a recuperación de técnicas y oficios antiguos que fomentaban el uso sustentable de los materiales. Oficios como limpiabotas, zapateros, carpintero, talabarteros e incluso los repartidores de leche (que fomentaban el uso de vidrio para envases, a diferencia de plástico) podrían volver a ser integrados a la economía diaria de la ciudad.

Sobre este nivel de museo/ comercio, se encuentra el piso de oficinas administrativas junto a un techo verde con jardines intensivos y área de descanso y vistas al parque para los empleados. Sobre este nivel, se encuentra el Lobby para el recorrido guiado, este primer punto del recorrido provee vistas desde un cuarto nivel del suelo a toda el área urbana de San Juan, y la Bahía junto al antiguo vertedero. Es en este punto, donde comienza el recorrido, donde se presentan los cuartos mecánicos de las baterías para los paneles solares. Establecer los cuartos mecánicos en esta zona, provee la oportunidad de comenzar el recorrido instruyendo sobre las técnicas sustentables de producción de energía. Sin embargo, al mismo momento se educa sobre las partes necesarias para el funcionamiento de un edificio, usualmente escondidas. Educar sobre los espacios necesarios para un edificio y las técnicas alternas sustentables de producción de energía, puede generar una idea más completa sobre el impacto ambiental de cada edificio y la energía necesaria para el sustento humano.

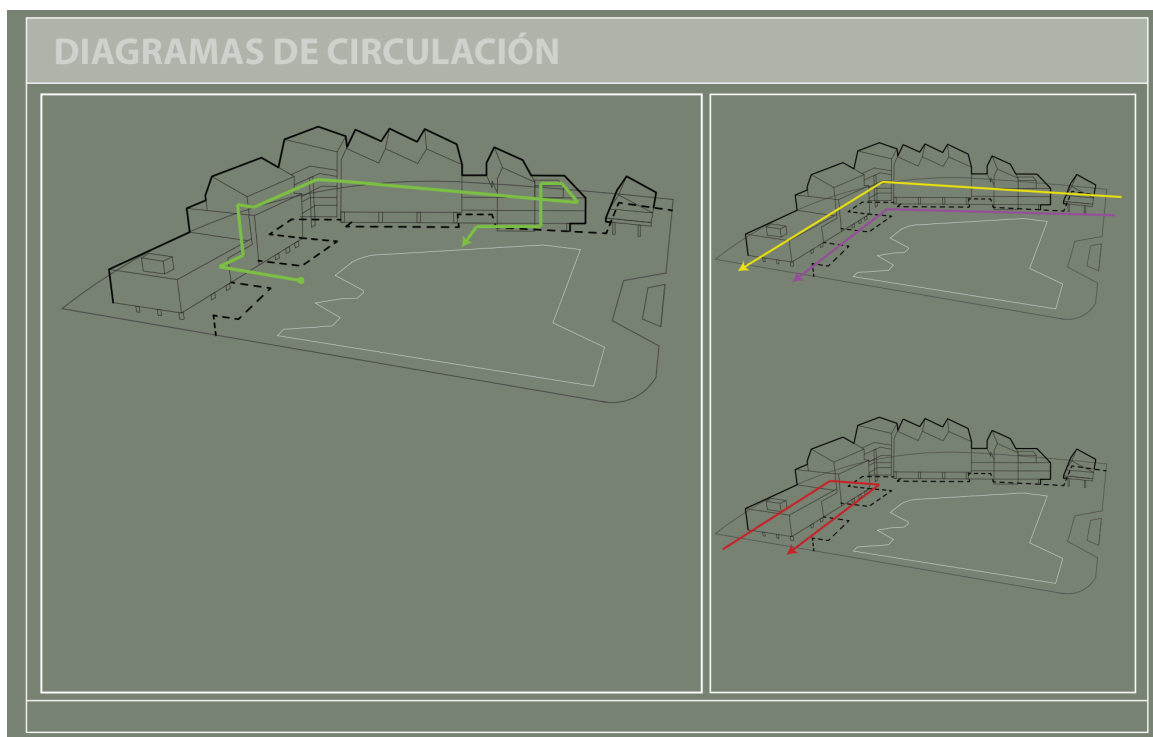


Figura C: Diagrama de circulación, imagen creada por el autor.

Por otro lado, el edificio dedicado a la facilidad de recuperación de materiales tiene todos los programas requeridos para el funcionamiento del mismo. En el primer piso del edificio y segundo nivel desde el terreno, el edificio cuenta con áreas de carga, descarga, áreas de purificación, separación, embalaje, trituración y almacenamiento. Este nivel, hacia el lado del parque, está cerrado por un muro cortina de ventanas de cristal para permitir la visual del exterior hacia el interior de la planta. El próximo nivel, piso tres, será parcialmente ocupado con áreas de circulación administrativa y patios para descanso de empleados de la planta y entrada de luz. El cuarto y último nivel sólo carga con el pasillo-rampa de recorrido guiado a lo largo del interior de la planta. La rampa lleva hasta la fachada sur del MRF donde se llega a una terraza de observación de la ciudad. En esta terraza se toma un elevador para salir en el piso del parque/colina y acabar el recorrido guiado.

Entre ambos edificios, idealmente como eje de giro, se estableció una estructura tipo torre, llamativa, que funcione como cisterna en el primer nivel y , como siembra vertical y captación de Co₂ en los pisos superiores. Esta torre llamará la atención de los conductores vehiculares en la zona y servirá de monumento que recuerde el espacio como elemento esencial de infraestructura sustentable en la ciudad.

En el primer nivel del MRF, escondido detrás de la colina, está el acceso vehicular para el “drop-off” de materiales en el centro de acopio. En este espacio, se encuentran los zafacones identificados por cada material, hay espacio de lavado de materiales, de compostaje y hasta de depósito de cualquier basura remanente del proceso. Es en este mismo lado del solar, bajo la planta de reciclaje, que se estableció el programa de almacenaje de materiales reutilizables. A los centros de reciclaje de Puerto Rico llegan muchos materiales como envases plásticos de grandes tamaños que servirían como cisternas, con los cuales no se sabe qué hacer, ni cómo darles otro uso. Este espacio podría servir de almacenaje temporero y lugar de compra o intercambio de estos materiales.

Por otro lado, la industria de la demolición en la isla, está enfrentando problemas atendibles mediante esta propuesta. Actualmente el proceso de demolición, además de costoso y problemático, no deja mucho capital, como para ser viable, por la poca cantidad de materiales recuperables tras ser ensamblados en una estructura. Así que el problema comienza en la necesidad de re-diseño de materiales de construcción para ser ensamblados. Otro problema que encuentra la industria es la necesidad de espacio de almacenaje para los materiales recuperados. Luego de la demolición y recuperación de materiales salvables, el material debe ser almacenado hasta su próximo uso. Esto equivale a costos de renta en espacios para almacenar dichos materiales. Por esta razón, los contratistas que recuperan materiales, tienden a recuperar los materiales que se puedan vender o utilizar rápidamente sin mucho almacenaje. En la búsqueda de esta tesis, se encontraron documentos abundando en este tema, de los cuales no se guardó “record” y no hemos podido acceder al momento de esta entrega. Respetamos los derechos de autor y cualquier información estipulada aquí sobre el tema de la demolición, la damos como ajena y provista por fuentes externas.

En la intervención propuesta, proveeremos espacio de almacenaje temporero para materiales recuperables, pero sin uso en el momento. Este almacenaje, podrá proveer tiempo a contratistas para encontrar cómo distribuir ciertos materiales para su uso. El proyecto deberá funcionar como sede, o punto focal de distribución de materiales. A través de la planta de reciclaje, se puede organizar un sistema de compañías de construcción, demolición, producción y diseño donde se distribuyan correctamente los materiales luego de su demolición.

Como este mismo eje, el proyecto funcionará como punto focal para el manejo y distribución no solo de los materiales de construcción, sino con materiales compostables, desperdicios eléctricos, entre otros, mediante alianzas con compañías que ya trabajan estos temas como *Tais*, *Best Buy*, entre otros.

Materialidad y Uso de Recursos

El problema del reciclaje y la basura en el mundo es un tema de mala utilización de recursos en la producción de materiales. Si diseñáramos y produjéramos materiales, de manera más consciente del impacto a los recursos utilizados, el problema sería totalmente diferente o no existiera. De la misma manera, al momento de producir arquitectura, debemos estar atentos a la utilización correcta de recursos y los problemas en la industria de la arquitectura y construcción respecto al uso de materiales. Por esta razón, los materiales utilizados en esta propuesta de intervención formaron parte principal y fundamental de la investigación y análisis para el desarrollo de la misma.

Reconociendo el impacto ambiental que tiene la construcción, debemos recalcar que la construcción de edificios nuevos debe ser reducida al mínimo. Mientras tanto, la restauración y re-utilización de edificios y solares previamente impactados deberá ser la “orden del día” y la respuesta principal a todo nuevo proyecto o desarrollo urbano y arquitectónico. Dicho eso, nos tomamos las libertades de desarrollar un proyecto arquitectónico en un solar previamente impactado, pero con las necesidades de construir estructuras nuevas. Las razones para esta decisión rondan en la idea de ser la oportunidad de crear un proyecto especulativo sobre las posibilidades en maneras o estrategias alternas, y de bajo impacto, de construcción, si se debiera construir en intervenciones futuras.

Los edificios construidos deberán funcionar como estructuras permanentes, hechas de vigas y columnas en elementos de acero que pudieran ser removibles, pero que provean la flexibilidad programática para, con el cambio en necesidades urbanas del espacio impactado, cambiar el uso del edificio con facilidad, demoliendo la menor cantidad de elementos. El acero estructural es un elemento que no tiende a re-utilizarse, pues habría que someter los elementos a pruebas de resistencia costosas para poder aprobar el uso de elementos previamente sometidos a cargas desconocidas. Por esta razón, es que se planifica el desarrollo de estructuras alterables, pero resistentes al cambio ambiental que puedan sobrevivir años de usos alternos.

Sin embargo, se permite la alteración y remoción de los elementos estructurales al ser ensamblados mediante conexiones a base de pernos y no soldadura, donde sea posible. Esto permite, en caso de no necesitarse las estructuras en el solar actual, de remover los elementos estructurales, darles otro uso o volverlos a fundir y generar elementos nuevos.

En términos de materiales para fachadas, pisos y techos, tuvimos que hacer tablas y diagramas que comenzaran a determinar qué materiales son más recomendados para ciertas áreas. Los pisos, por ejemplo, serán hechos en “metal-deck” con una capa de hormigón expuesto por encima. Este hormigón será la cubierta del piso, pues queremos reducir el material utilizado, al menor posible. Por esta razón, el hormigón será liso en algunas partes y tendrá patrones, hechos en el momento del vertido, para otras más rugosas. Para las vías de circulación dentro del solar, usaremos materiales como grava o algún material poroso que permita la fácil circulación de vehículos sobre ella, pero que facilite aún más, la percolación rápida del suelo.



Figura D: Diagrama de materiales en fachadas, imagen creada por el autor.

Los techos son ideados en estructuras de cerchas metálicas, algunos en aguas, otros como techos planos. Los techos “en aguas” permiten iluminación indirecta del norte, mientras que recogen energía solar hacia el sur. Para las paredes, se trabajaron tablas analizando cuál sería ese material recuperable que podríamos recoger, modular y re-utilizar como parte de nuestro edificio. Luego de la consulta con varios expertos puertorriqueños y búsqueda de datos en la web, escogimos el metal como material ideal para recuperar. Las razones de esta decisión son dos: (1) es un material abundante en Puerto Rico y más luego de los huracanes Irma y María en el 2017; y (2) se puede recuperar, re-utilizar y re-fundirse sin perder muchas propiedades en el proceso (no es tan fácil su “downcycling”). Para nuestro beneficio, es un material que tiende a utilizarse en proyectos de infraestructura de manejo de desperdicios por su durabilidad y fácil ensamblaje para espacios amplios. El material se utilizará sobre un muro cortina de acero, siendo ensamblado modularmente en (A) piezas de dos pies por cinco pies, o en (B) piezas de cinco pies por cinco pies.

Estas fachadas permitirán el paso de algo de luz natural, de ventilación natural y de lluvia. Por esta razón, sólo se ensamblará en espacios donde se pueda mojar hacia dentro sin causar mayores contratiempos en el funcionamiento de la fábrica. Estas fachadas podrían construirse gradualmente, mientras se vaya recuperando el material cobertor. Cabe mencionar, que esta fue una de las partes más difíciles de producir, pues conceptualmente se tuvo que cambiar la mentalidad de una basada en construir un edificio para un momento específico, a una donde la construcción de espacios puede ser gradual y basada en los recursos que se vayan recuperando. Esta manera de visualizar el proceso de construcción provee oportunidades de no seguir utilizando productos nuevos para las construcciones, sino que se basa en re-utilizar y recuperar los materiales que ya existen en el planeta.

Las demás fachadas son construidas de manera típica en paredes de bloques, por ser probablemente el único material de construcción producido en la isla y más frecuentemente conocido por obreros en el proceso de construcción.

Esta actitud hacia el bloque de cemento o CMU, por sus siglas en inglés, refleja que además de los materiales utilizados para producir el material, el factor de dónde viene el material o cuan grande es la huella de carbono al importar materiales a la isla, será esencial en el momento de tomar la decisión de qué material utilizar al momento de la construcción.

Aquí se presenta un problema encontrado en la investigación del cual no estábamos conscientes al momento de comenzarla. En la isla no se producen materiales de construcción, no tenemos bosques madereros y no se recuperan materiales al momento de demoler. Nuestra condición de isla de 100 por 35 millas, nos vuelve un país pequeño que no se ha dedicado a la producción de materia prima para la construcción, sino que importa la mayoría de sus materiales de consumo, incluso en nuestra industria. Cabe mencionar dos de las únicas industrias que reciclan materiales para desarrollar materiales de construcción es la industria del CMU y el asfalto. El CMU contiene pedazos de vidrio triturado reciclado como aditivo, y el asfalto, por ley, debe ser desarrollado con neumáticos reciclados en su mezcla.

Dicho eso, no solo se presenta un problema, sino que se presenta una oportunidad para los diseñadores de la isla para producir nuevos materiales locales, pero ¿Con qué materia prima contamos? Para producir madera, bambú o cualquier otro tipo de recursos que se pueda llamar renovable, debemos tomarnos el tiempo y la tarea de desarrollar siembras de arboles de los cuales no nos beneficiaríamos hasta varios años. El utilizar recursos no-renovables debería ser la última y más negada opción. Sin embargo, la basura o los recursos que estamos llevando a los vertederos, podrían ser fuente principal de materia prima, producida en la isla, para desarrollar materiales de construcción nuevos.

En la industria del diseño ya existen innumerables compañías como lo son “Preious Plastics”, quienes tienen un capítulo en Puerto Rico, que trabajan con materiales desechados como el plástico. En otros países, se están trabajando soluciones de bloques resistentes a fuego, a base de textiles u otros productos desechables.

La oportunidad de inventar con basura y la tecnología requerida para llegar a soluciones reales han llegado a un punto de encuentro donde sería ideal para Puerto Rico, resolver dos problemas con una misma solución: utilizar la basura producida en la isla para desarrollar materia prima de construcción en la isla. Esta investigación se queda al margen de este tema y fomenta la búsqueda de tesis como la de Lisandra Pérez Zayas de la Escuela de Arquitectura en la Universidad de Puerto Rico titulada “Recovering, Recreating, and Revaluating Waste: Upcycling Disposed-of Plastic to Develop Architectural Assembly Systems”.

Recomendaciones

Finalmente, debo acabar el capítulo comentando recomendaciones para la industria y futuras investigaciones relacionadas a temas como de uso de recursos, impacto de materiales de construcción, huella de carbono, construcción sostenible, entre otros. En términos de la industria, tenemos espacio de juego para buscar soluciones posibles al problema de desperdicios generados a base de construcción y demolición. Podríamos comenzar haciendo inventario de los materiales que más utilizamos en la industria y qué opciones alternas para esos materiales hay. En ese inventario debe considerarse qué materiales se producen en Puerto Rico y qué materiales podrían producirse de manera factible en la isla. Se deberá fomentar en las escuelas de diseño y arquitectura a desarrollar prácticas con materiales más sustentables, que fomenten la economía circular, y que respondan a nuestras necesidades ante el manejo de recursos. En las escuelas a nivel infantil, deberá establecerse currículos serios, organizados y con objetivos claros de mejoramiento de relaciones de los estudiantes con los materiales que utilizan. Este paso asegurará el manejo y conocimiento correcto de materiales por las generaciones futuras.

Por otro lado, la investigación en este tema gozará de muchos datos para desarrollar propuestas, luego de que se complete el estudio de caracterización de desperdicios sólidos en la isla, ordenando por la ex-gobernadora Wanda Vázquez.

Este estudio funcionará como un censo de los desperdicios sólidos de la isla que no se ha realizado hace más de 18 años. Conocer en qué situación realmente esta la isla, y con qué materiales contamos, será esencial para saber qué medidas tomar y hacia qué dirección apuntar el manejo de desperdicios en la isla.

Próximas investigaciones en arquitectura podrían basar sus investigaciones en atender materiales desperdiciados específicos para desarrollar materiales de construcción, podrían buscar soluciones alternas o maneras de integrar reciclados a materiales ya construidos en la isla, podrían desarrollar parques educativos, o investigaciones relacionadas a los vertederos o vertederos clandestinos, se podría analizar el espacio que le damos a la basura, o al manejo de dichos desperdicios, en nuestras habitaciones del día a día (residencias, oficinas, comercios, lugares públicos, etc.). En fin, el tema de manejo de desperdicios, o como deberíamos llamarlo, el manejo de recursos es un tema esencial para los próximos años de desarrollo en Puerto Rico. La arquitectura, el diseño y la industria de la construcción no deben quedarse atrás, y deben reflexionar sobre las prácticas actuales de manejo de recursos. El mundo esta cambiando y la isla tiene potencial de sobra para adaptarse a esos cambios y ser líder en la producción de soluciones a estos temas, solo debemos visibilizarlos, dialogarlos y enfrentarlos.

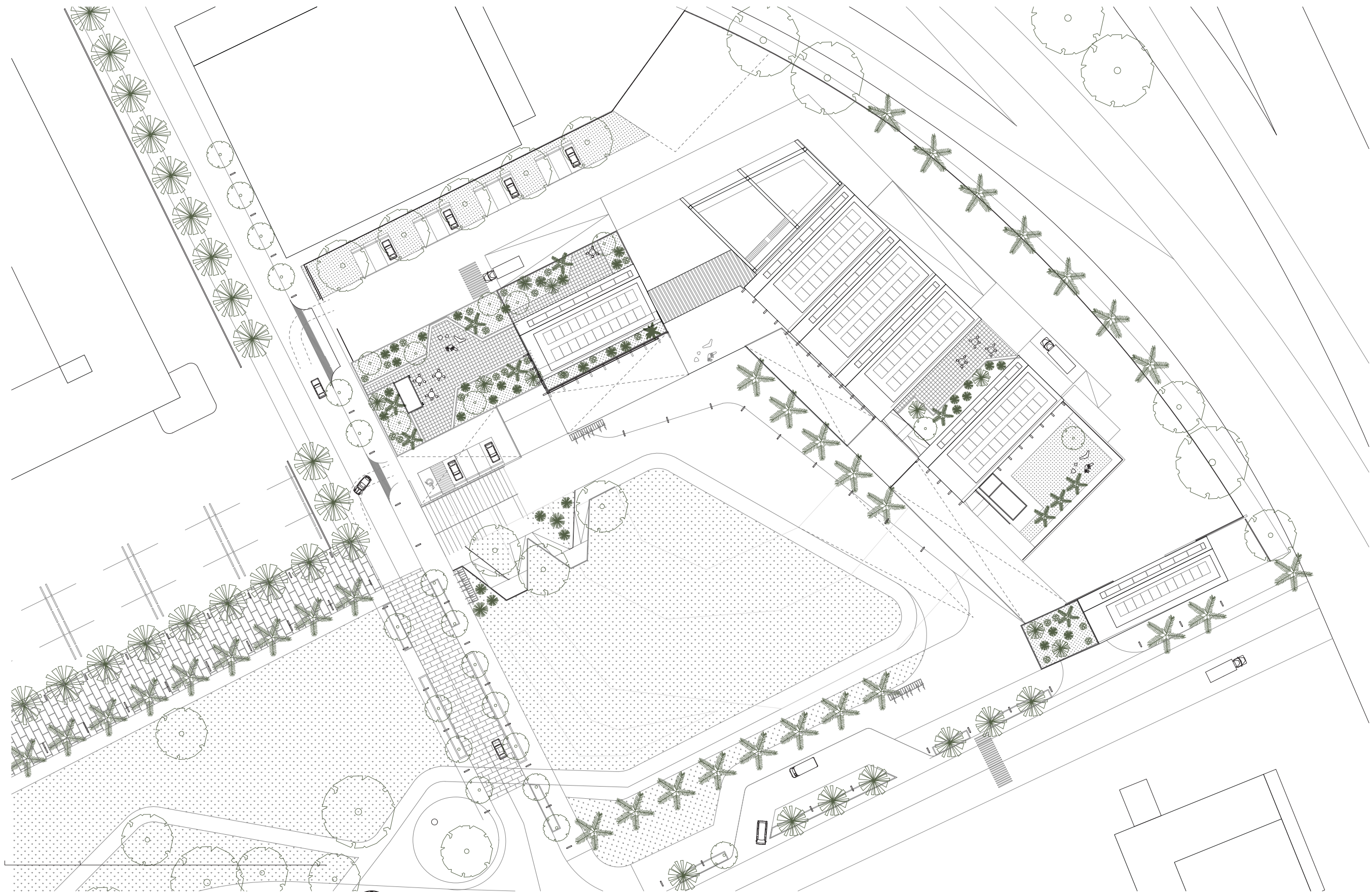
ESTIMADO DE COSTOS

ESTIMADO de COSTO					
	partida	área	unidad	precio unitario	subtotal
A	ADQUISICION del SOLAR	18,770	metros cuad.	\$400.00	\$7,508,000.00
		1 cuerda			
				SUBTOTAL A	\$7,508,000.00
B	TRABAJOS en SOLAR	18,770	metros cuad.	\$300.00	\$5,631,000.00
C	ESTRUCTURAS	50,000	pies cuad.	\$45.00	\$2,250,000.00
D	TERMINACIONES, FACHADAS	70,000	pies cuad.	\$55.00	\$3,850,000.00
E	MECANICA/AIRE ACOND.	15,000	pies cuad.	\$10.00	\$150,000.00
F	PLOMERIA	70,000	pies cuad.	\$8.00	\$560,000.00
G	ELECTRICO	70,000	pies cuad.	\$15.00	\$1,050,000.00
				8	
				SUBTOTAL B	\$12,931,000.00
				SUBTOTAL A & B	\$20,439,000.00
			por ciento	Subtotal A & B	
H	REQUISITOS de CONTRATO		30.0%	\$20,439,000	\$6,131,700.00
	financiamiento, permisos, arbitrios				
	diseño, gerencia, inspección, contingencia			TOTAL ESTIMADO DE COSTO	\$26,570,700.00

Figura E: Tabla de estimado de costos para el proyecto, imagen creada por el autor.

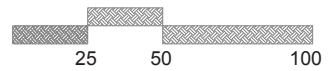
TABLA PROGRAMATICA SEGUN: IBC 2015 CHP. 3+	AREA DE OCUPACIÓN TOTAL:		Occupancy Group	Occupancy LOAD	NFPA-13 Hazard Groups	Mangueras: 19 total ___GPM	Occupancy LOAD
PRIMER NIVEL:	49,673 = 50,000 pc			397 personas	edif 1 W	# hose:	museum (30 net)
ED 1				-0-		2 (500gpm)	Standing space (5 net)
01	AREA EXTERIOR DE EXPOSICION	7,900 pc	Assembly A-3	50 = 158	Light hazard	90min	B (100g)
02	OFICINA DE SEGURIDAD EDF. COM.	350 pc	Mercantile	60 = 6	L		lockers 50 gross
03	CUARTO DE BASURA	130 pc	Mercantile	60 = 2	OHG2		Mercantile 60 gross
04	ESTACIONAMIENTO	2,120 pc	S-2	200 = 11	-		Parking 200g
05	ESTACIONAMIENTO DE EMPLEADOS	3,700 pc	S-2	200 = 19	-		Wh - 500 gross
ED2							Storage 300g
06	CUARTO DE BOMBAS	1,000 pc	U	300 = 4	OHG1	# hose:	
07	CISTERNA AGUA POTABLE	2,380 pc	Utility U	/	-	3 (750gpm)	Fixd Seats - # of seats
08	CISTERNA DE AGUA DE LLUVIA	2,300 pc	Utility U	/	-	120min	Industrial 100 gross
09	ALMACÉN TEMPORERO DE MAT.	10,576 pc	Storage S	300 = 35	EH G1		Mech Equip rooms - 300 gross
10	ZONA DE CARGA	5,437 pc	F-1	100 = 54	-		
11	ESTACIONAMIENTO DE CAMIONES	5,100 pc	S-2	200 = 25	-		Exit Access
12	"DROP-OFF" DE MATERIALES	7,000 pc	S-2	300 = 23	EHG1		Travel Distance
13	BALANZA	480 pc	-	-	-		
14	ESPACIO COMERCIAL	2,200 pc	Mercantile M	60 = 37	L		A, E, M, F-1, S-1
							250 W/S
SEGUNDO NIVEL:	34,980 - 35,000 pc			323 personas			
ED1				154 personas		# hose:	
15	RECIDIDOR	1,800 pc	Mercantile M	60 = 30	OHG2	2 (500gpm)	B - 300 w/s
16	AREA COMERCIAL	4,550 pc	M	60 = 76	OHG2	90min	
17	RECEPCION	600 pc	M	60 = 10	OHG2		F-2, S-2, U 400W/S
18	ALMACÉN DE MUSEO	470 pc	Storage S-1	300 = 1	OHG2		
19	AREA DE EXPOSICIÓN	1,150 pc	Assembly A-3 o B	100 = 12	L		CANTIDAD
20	CUARTO DE TRABAJO	1,900 pc	Assembly A-3 o B	100 = 19	L		SALIDAS
21	BAÑOS 1ER PISO	350 pc	Assembly A-3 o B	100 = 4	L		2 UP TO 500
22	LOCKERS	190 pc	Business B	100 = 2	L		
23	AUDITORIO	620 pc	Assembly A-1	-	L		ANCHO DEL MEDIO
ED2				169 personas		# hose:	DE SALIDA
24	ZONA DE DESCARGA	4,500 pc	F-1	100 = 45	EHG1	3 (750gpm)	0.3" x ocup. 48" min
25	PURIFICACIÓN DE MATERIALES	3,100 pc	F-1	100 = 31	EH G1	120min	
26	SEPARACIÓN DE MATERIALES	4,700 pc	F-1	100 = 47	EH G1		Refugio
27	PRIMER ALMACENAJE	2,500 pc	F-1	500 = 5	EH G1		30 x48 x c/200 occup
28	ZONA DE TRITURACIÓN	1,500 pc	F-1	100 = 15	EH G1		
29	ZONA DE EMBALAJE	1,500 pc	F-1	100 = 15	EH G1		L
30	SEGUNDO ALMACENAJE/ DESCARGA	5,550 pc	F-1	500 = 11	EH G1		15 FT SPACING
							225 SQFT
TERCER NIVEL:	26,190 - 26,200 pc			118 personas			
ED1				41 personas		# hose:	Mechroom
31		7,500 pc	Assembly A-3	5 net =	L		OH G1
32	OFICINA DIRECTOR REGIONAL	340 pc	B	100 = 3	L	2 (500gpm)	130SQFT
33	OFICINA "MANAGER" DEL MRF	300 pc	B	100 = 3	L	90min	15FT
34	OFICINA SECRETARIES Y ASIST.	340 pc	B	100 = 3	L		STO OHG2
35	CUARTO DE CONFERENCIAS	380 pc	B	100 = 4	L		
36	CUARTO DE DESCANSO	1,900 pc	B	100 = 19	L		
37	CUARTO ELECTRICO	400 pc	-	300 = 1	OHG1		EX HG1
38	STORAGE	200 pc	-	300 = 0	OHG2		100 SQFT
39	TERRAZA TECHADA	330 pc	B	100 = 3	OHG1		12 FT
40	CUARTO TELECOMUNICACIONES	320 pc	-	300 = 1	OHG2		
41	BAÑOS 2NDO NIVEL	350 pc	B	100 = 4	L		
42	PUENTE CONECTOR	1,430 pc	-	-	L		
ED2				77 personas		# hose:	F-1 LLEVA
43	ZONA SUPERIOR DE SEPARACIÓN	4,400 pc	F-1	100 = 44	EHG1	3 (750gpm)	SI EL FIRE AREA
44		3,300 pc	B	100 = 33	L	120min	ES MAS DE 12,000
45		4,700 pc	A-3	5 =	L		M 12,000 FA
CUARTO NIVEL:							PIPE SCHEDULE:
ED1						# hose:	LOOP
46		0	A-3	-		1 (500gpm)	SSU O SSP
ED2						60min	
47	RAMPA DE RECORRIDO GUIADO	3,200 pc	A-3 O B	100 = 32		# hose:	
48	CUARTO ELECTRICO	0	-	-		3 (750gpm)	
						120min	

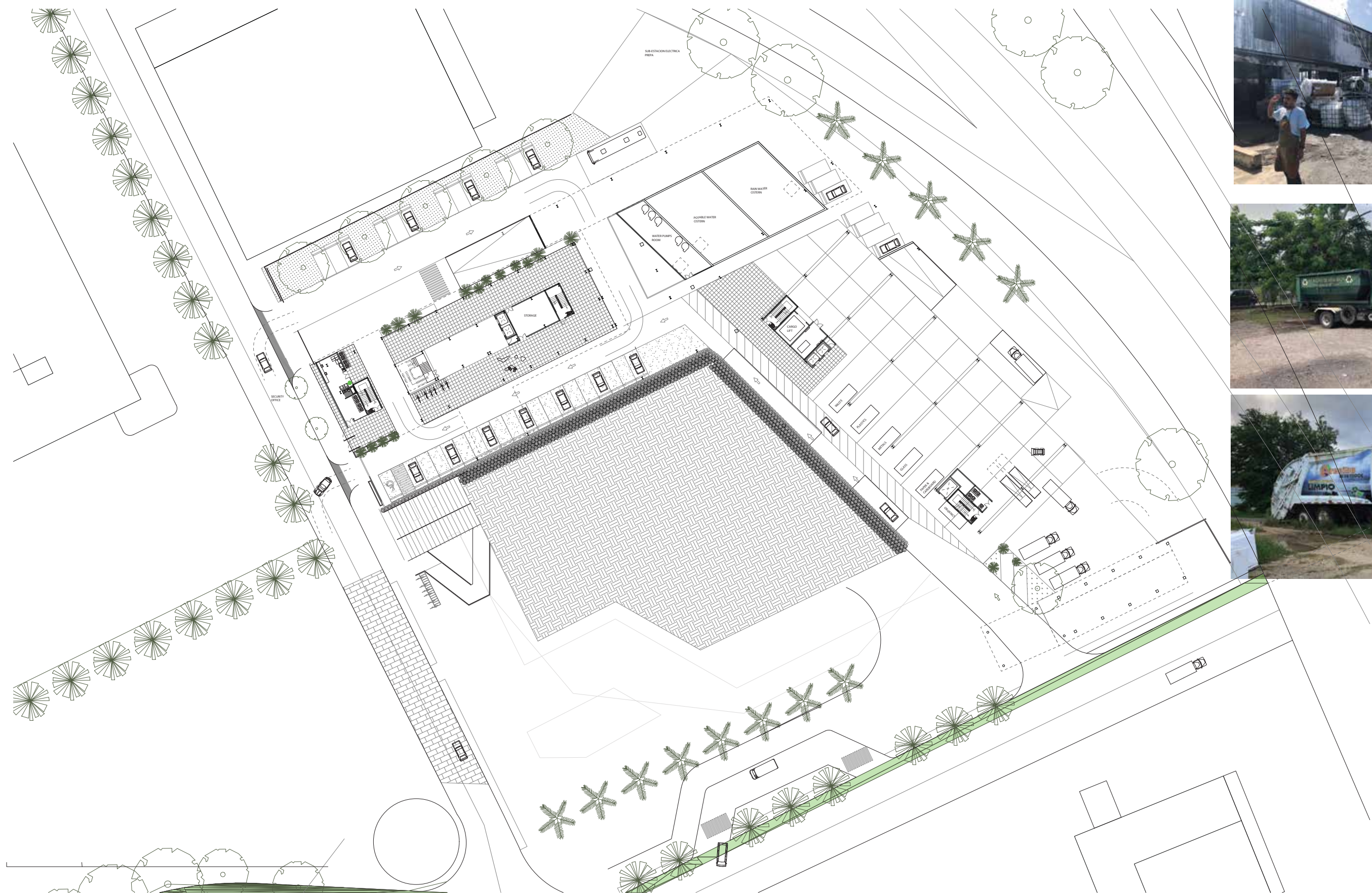
Figura F: Tabla de datos programáticos, de capacidad de cupo, salidas de emergencia y necesidades de sistemas en la intervención, imagen creada por el autor.



PLANTA DE SITIO

ESCALA: 1/64"=1'-0"

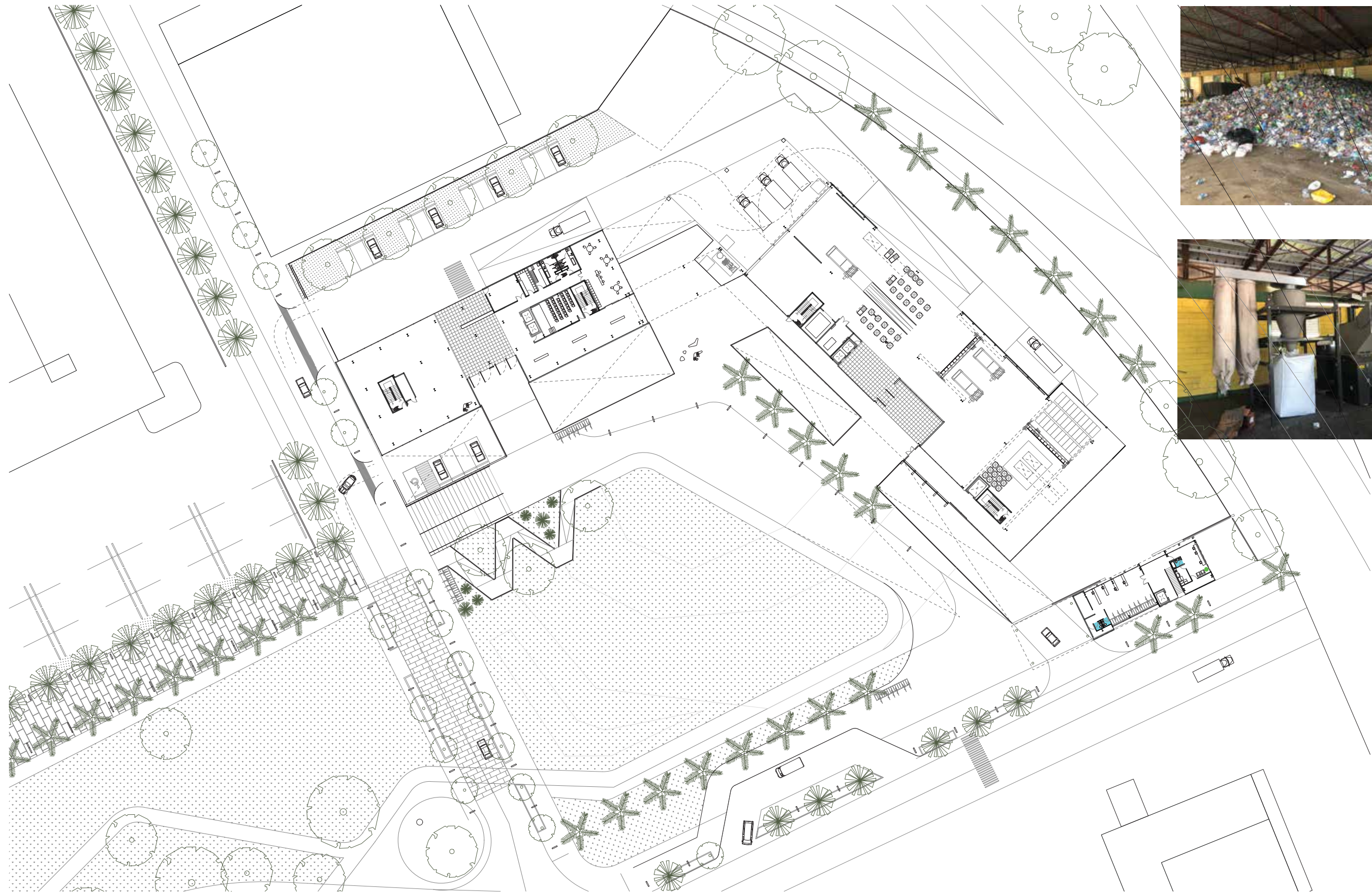




PLANTA DE SITIO

ESCALA: 1/64"=1'-0"

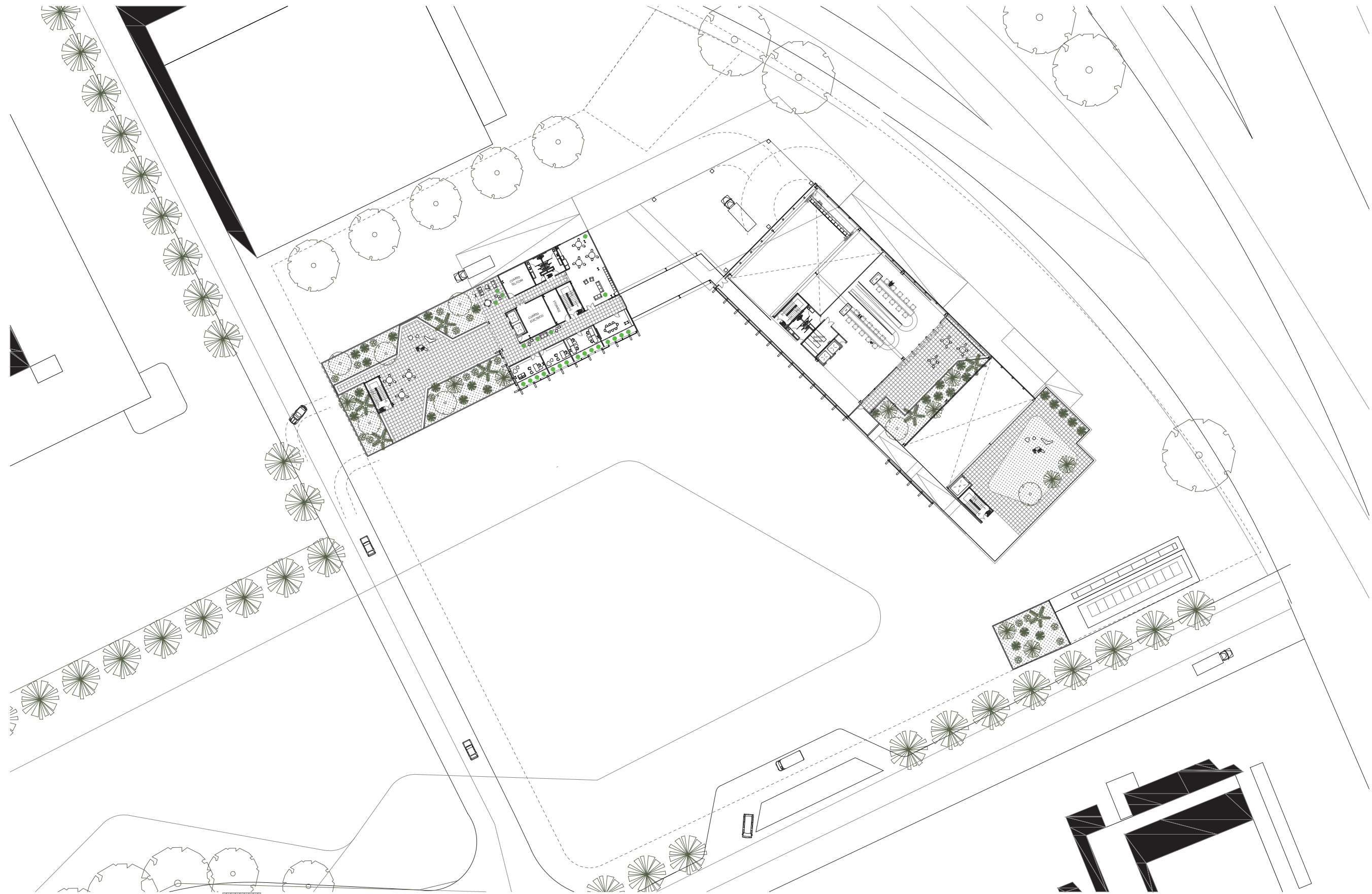




PLANTA 2NDO NIVEL

ESCALA: 1/64"=1'-0"

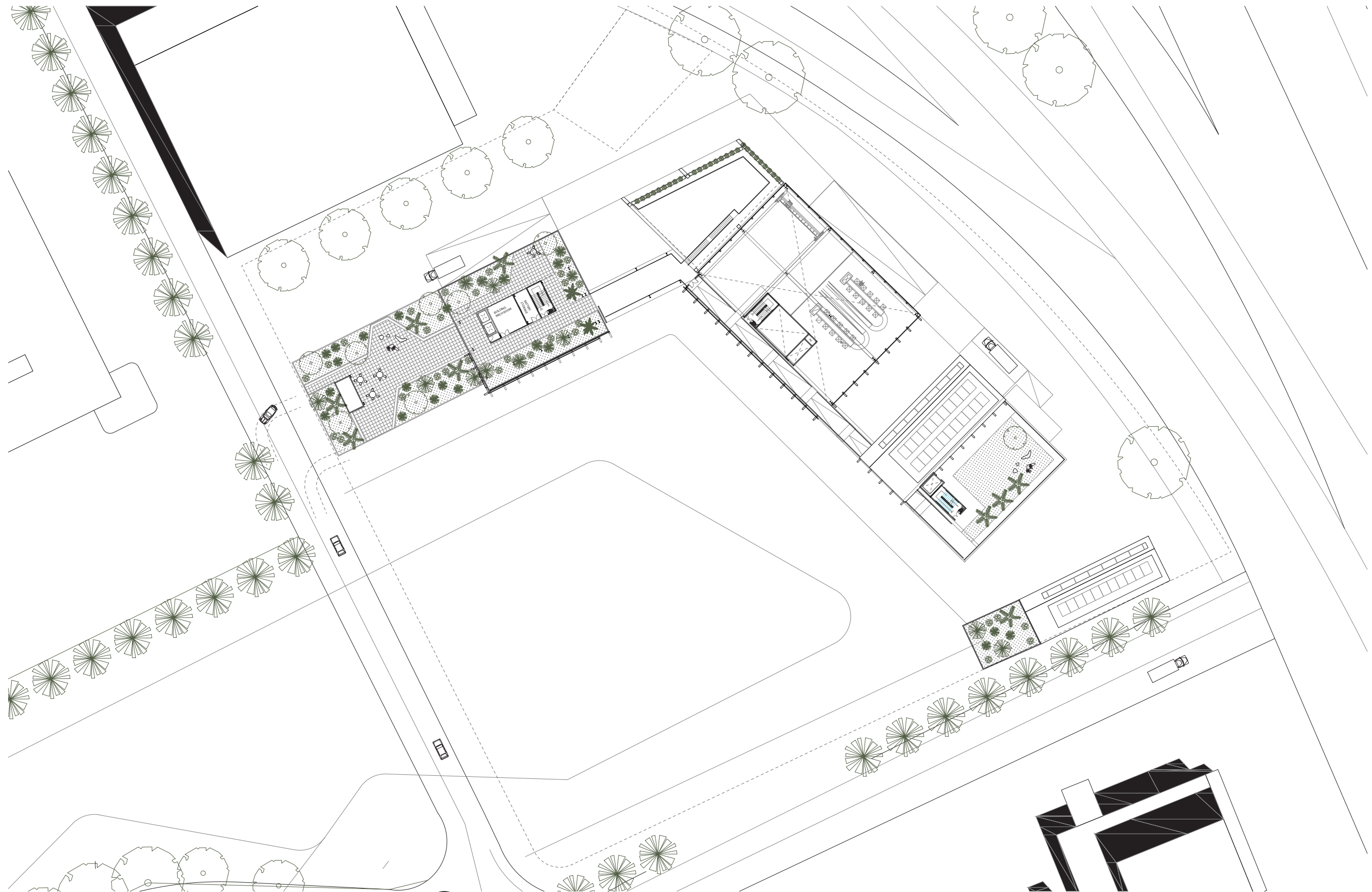




PLANTA 3ER NIVEL

ESCALA: 1/64"=1'-0"

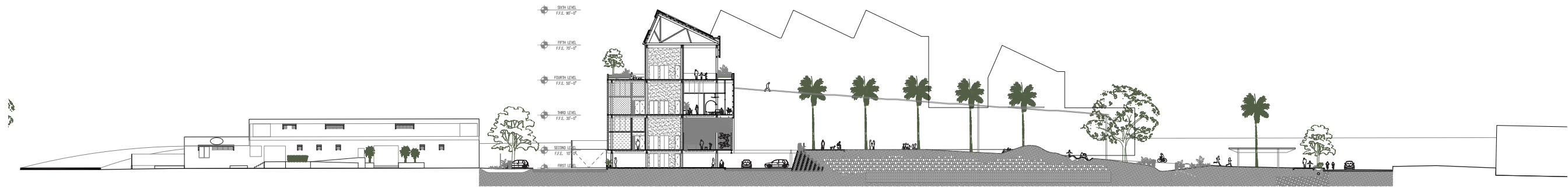




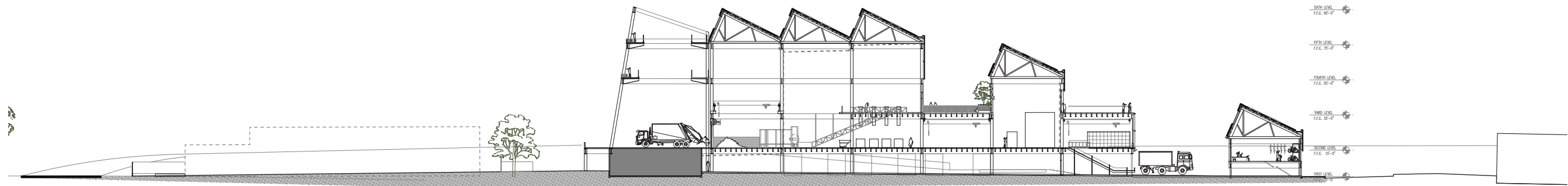
PLANTA 4TO NIVEL

ESCALA: 1/64"=1'-0"

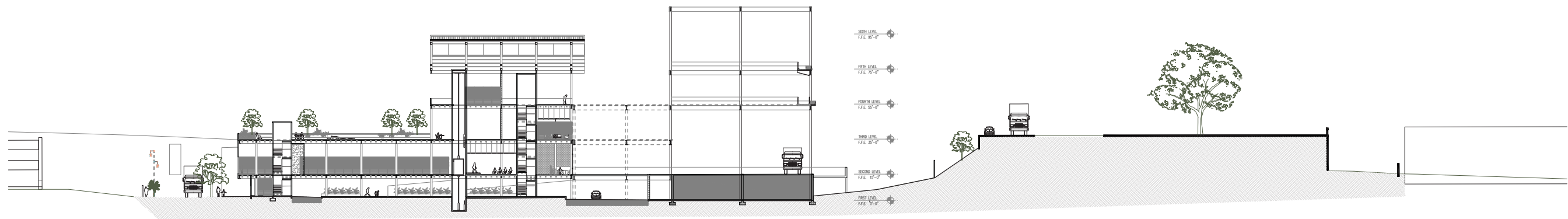
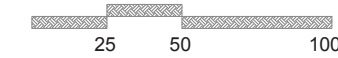




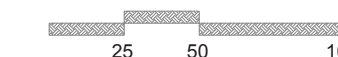
B SECCIÓN B
 ESCALA: 1/64"=1'-0"

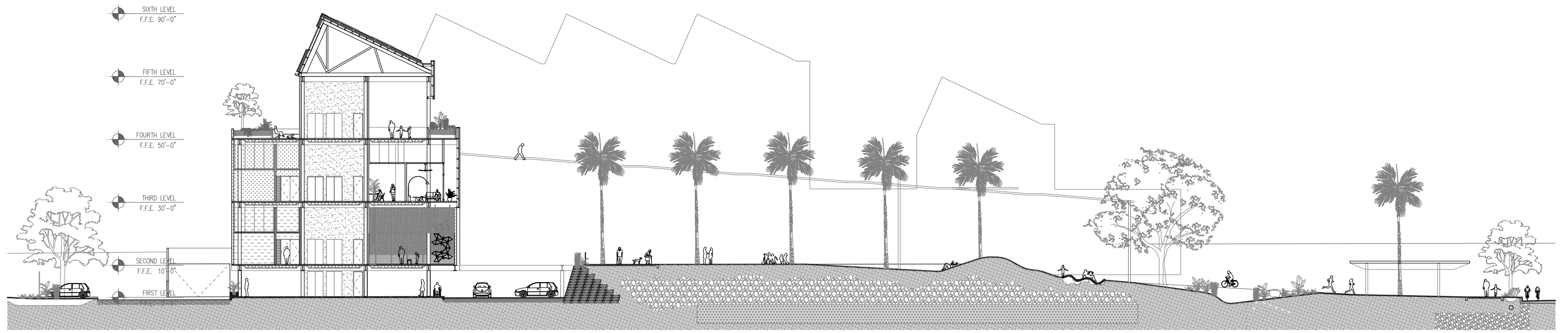


C SECCIÓN C
 ESCALA: 1/64"=1'-0"

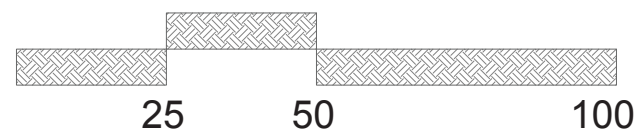


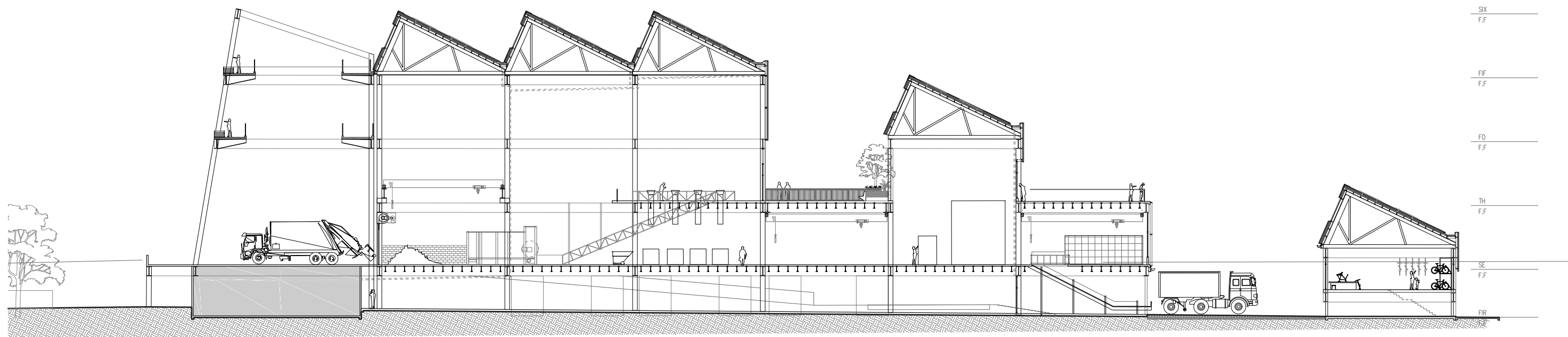
A SECCIÓN A
 ESCALA: 1/64"=1'-0"



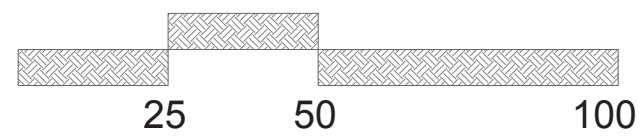


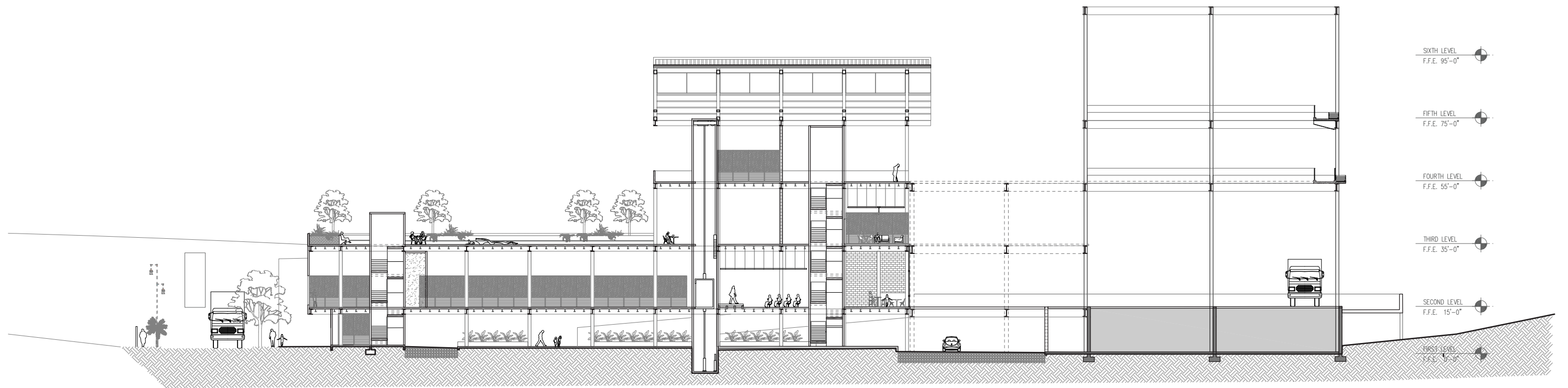
SECCION B



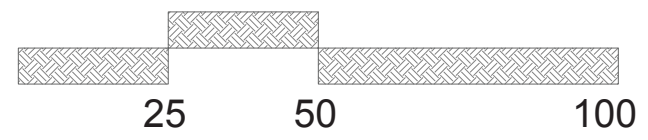


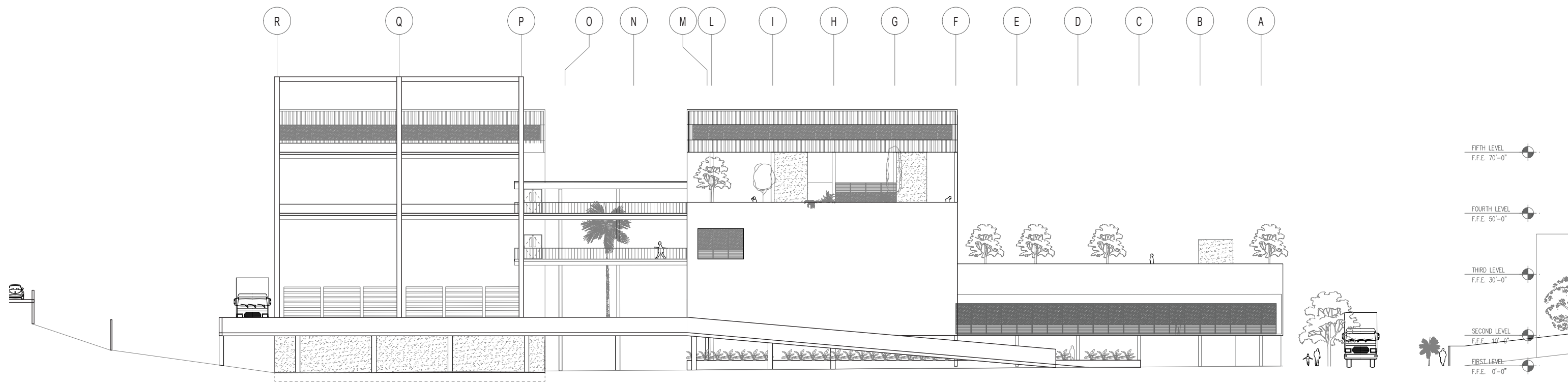
SECCION C



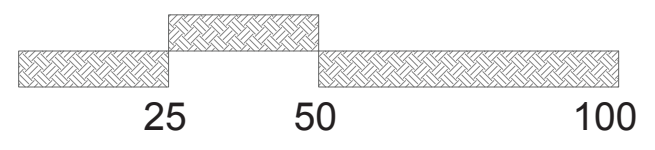


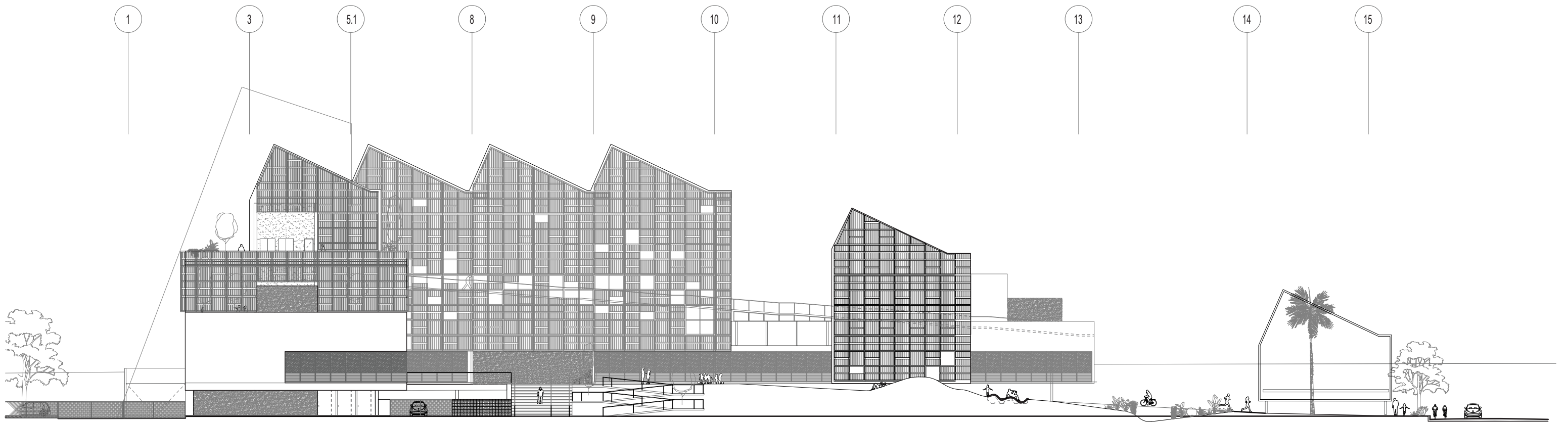
SECCION A



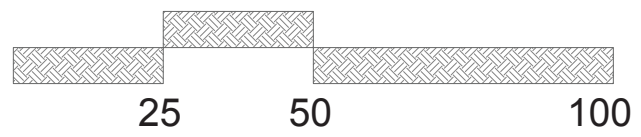


0 ELEVACIÓN NORTE
 ESCALA: 1/64"=1'-0"



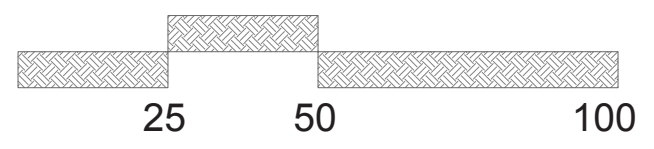


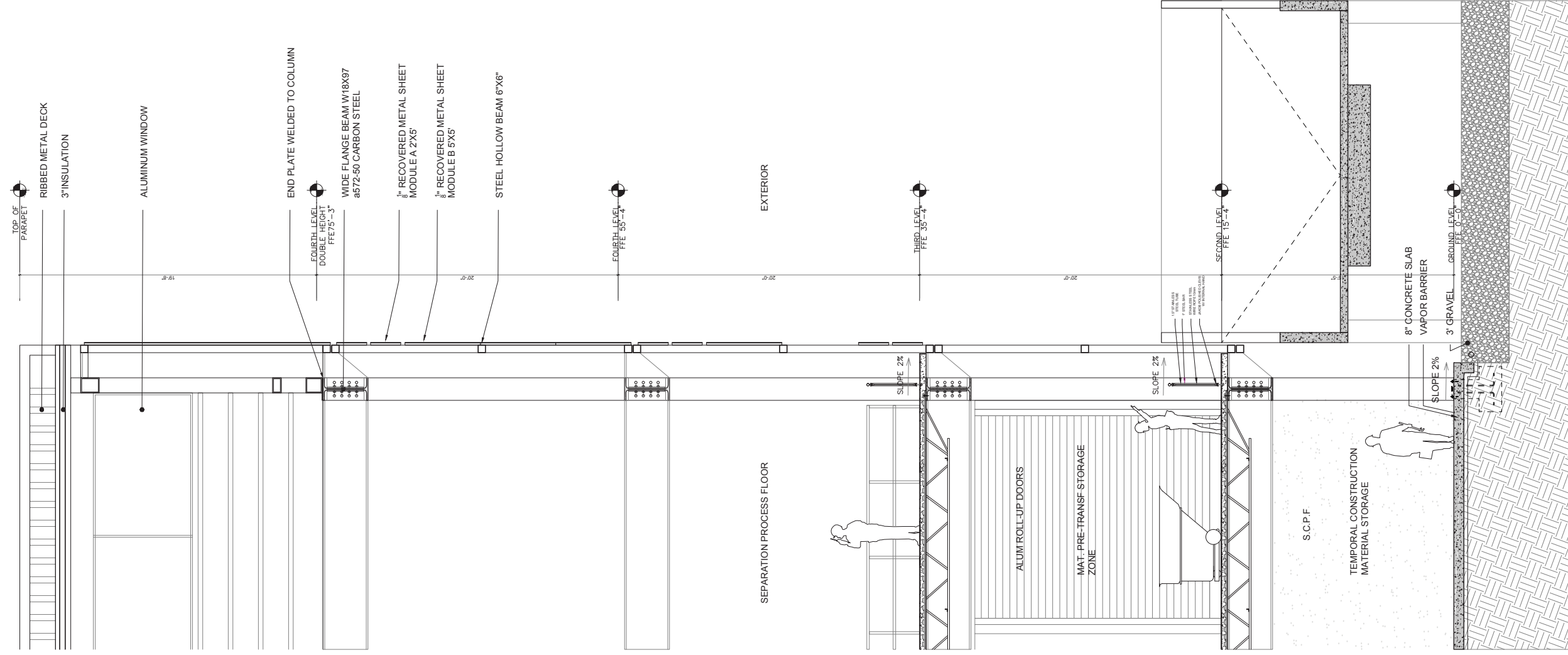
0 ELEVACIÓN OESTE
ESCALA: 1/64"=1'-0"



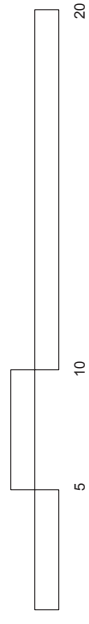


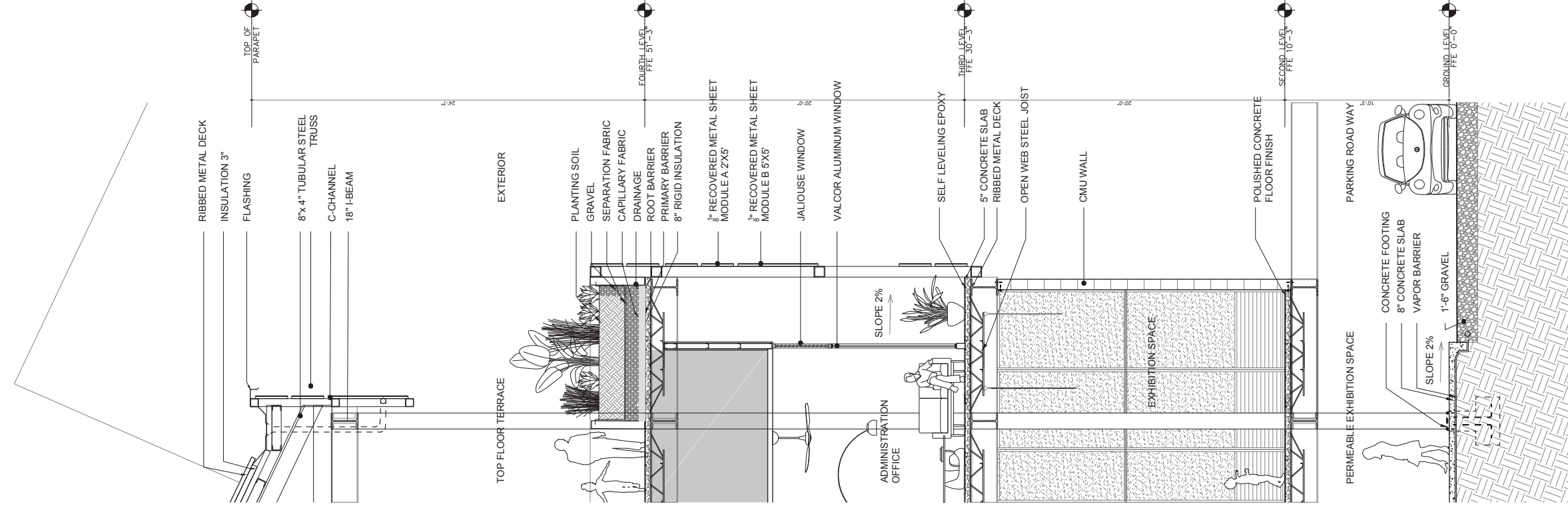
0 ELEVACIÓN ESTE
 ESCALA: 1/64"=1'-0"



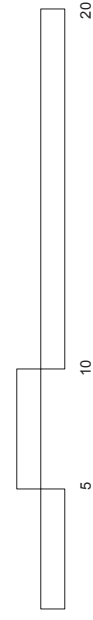


CORTE DE PARED

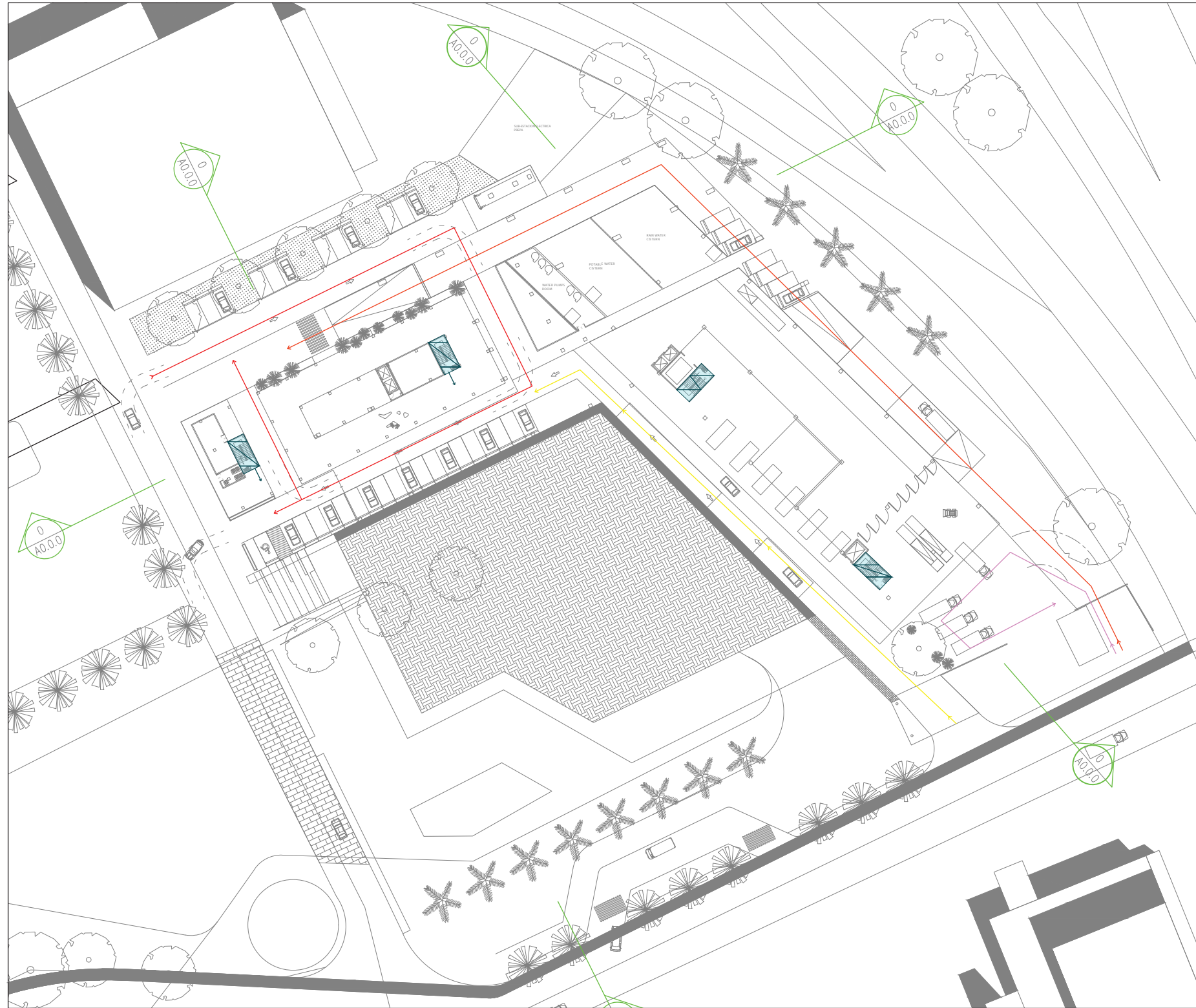




CORTE DE PARED B



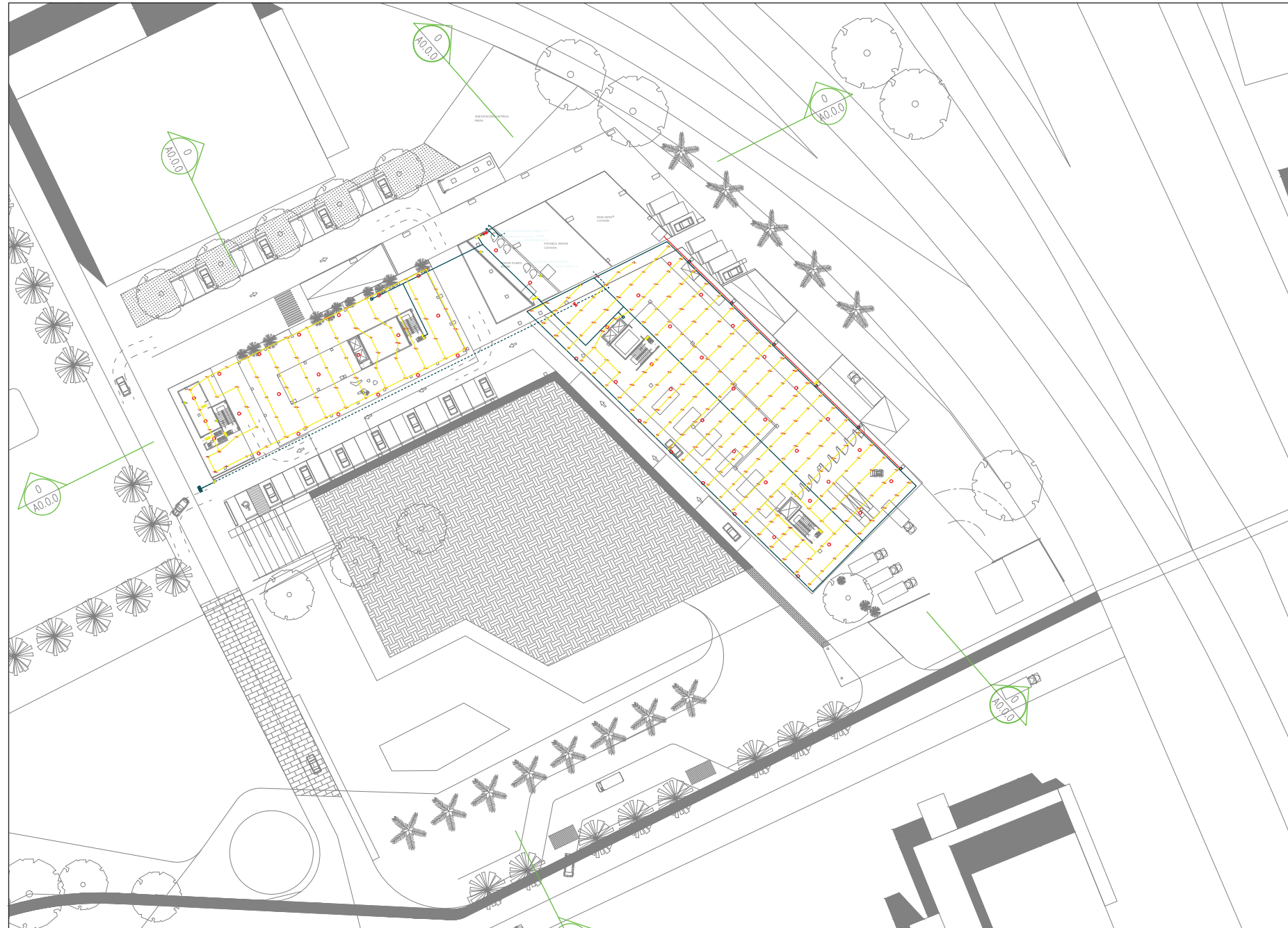
MEDIOS DE SALIDA



PROTECCION CONTRA FUEGO



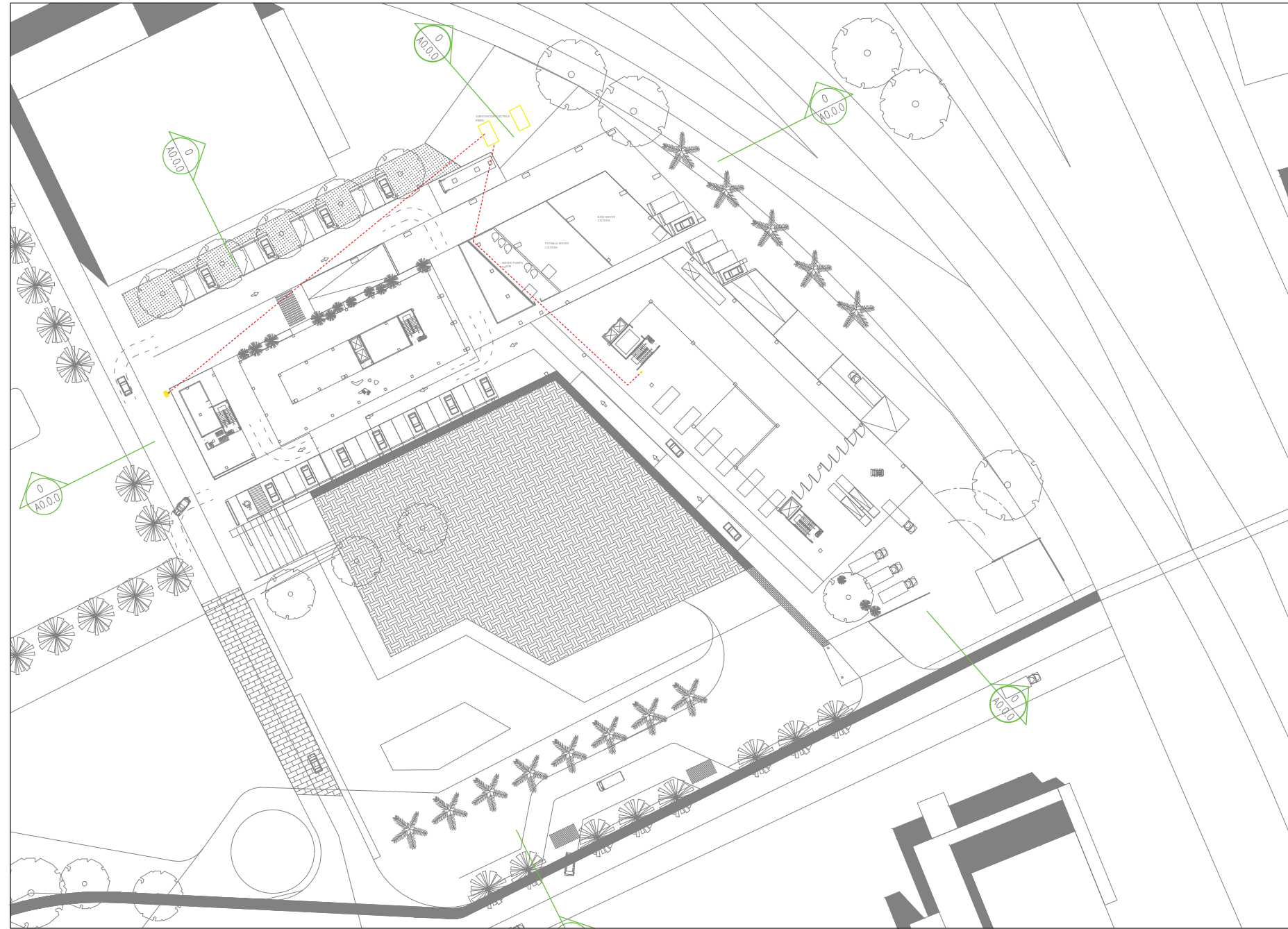
PROTECCION CONTRA FUEGO



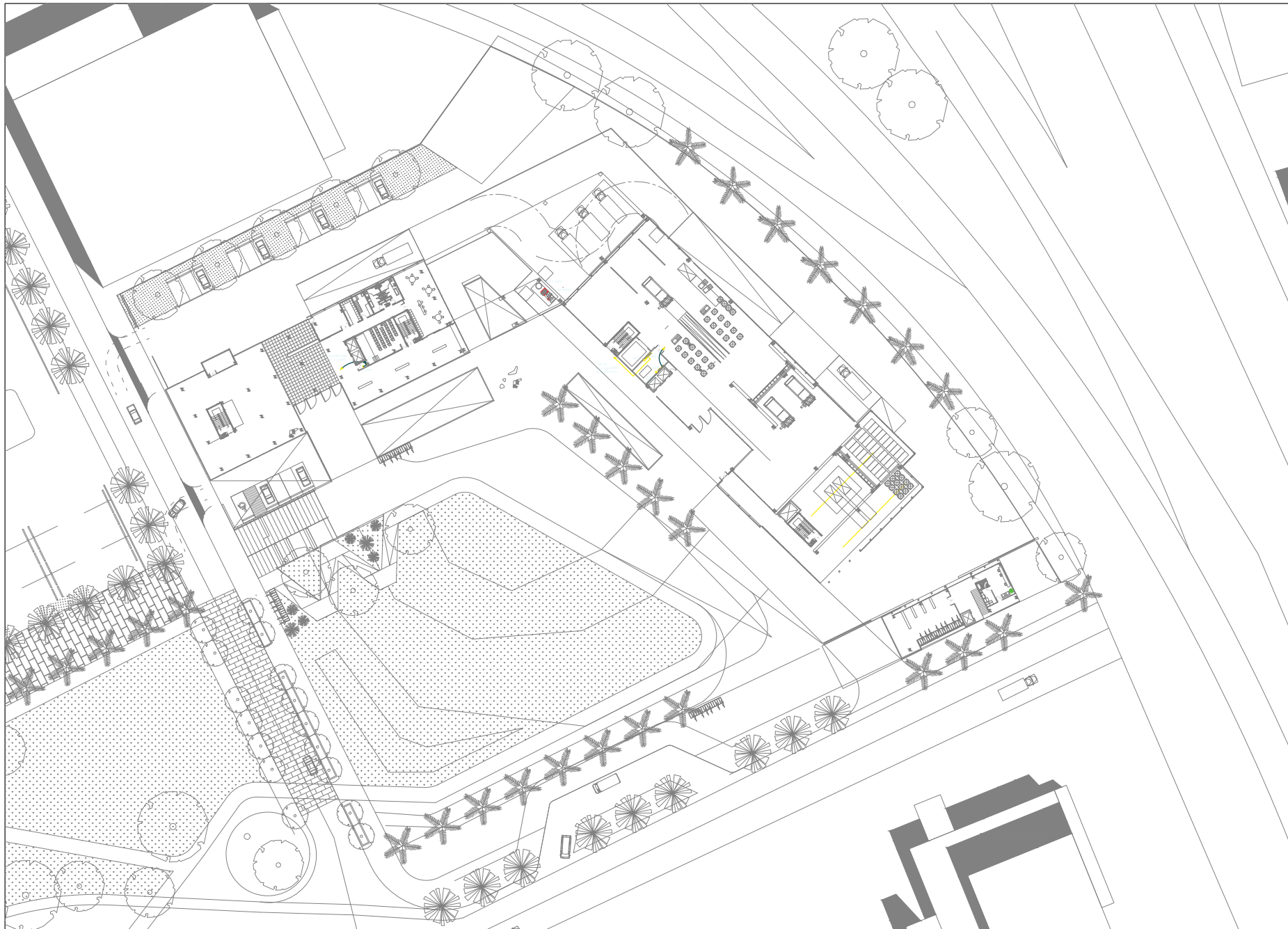
PROTECCION CONTRA FUEGO



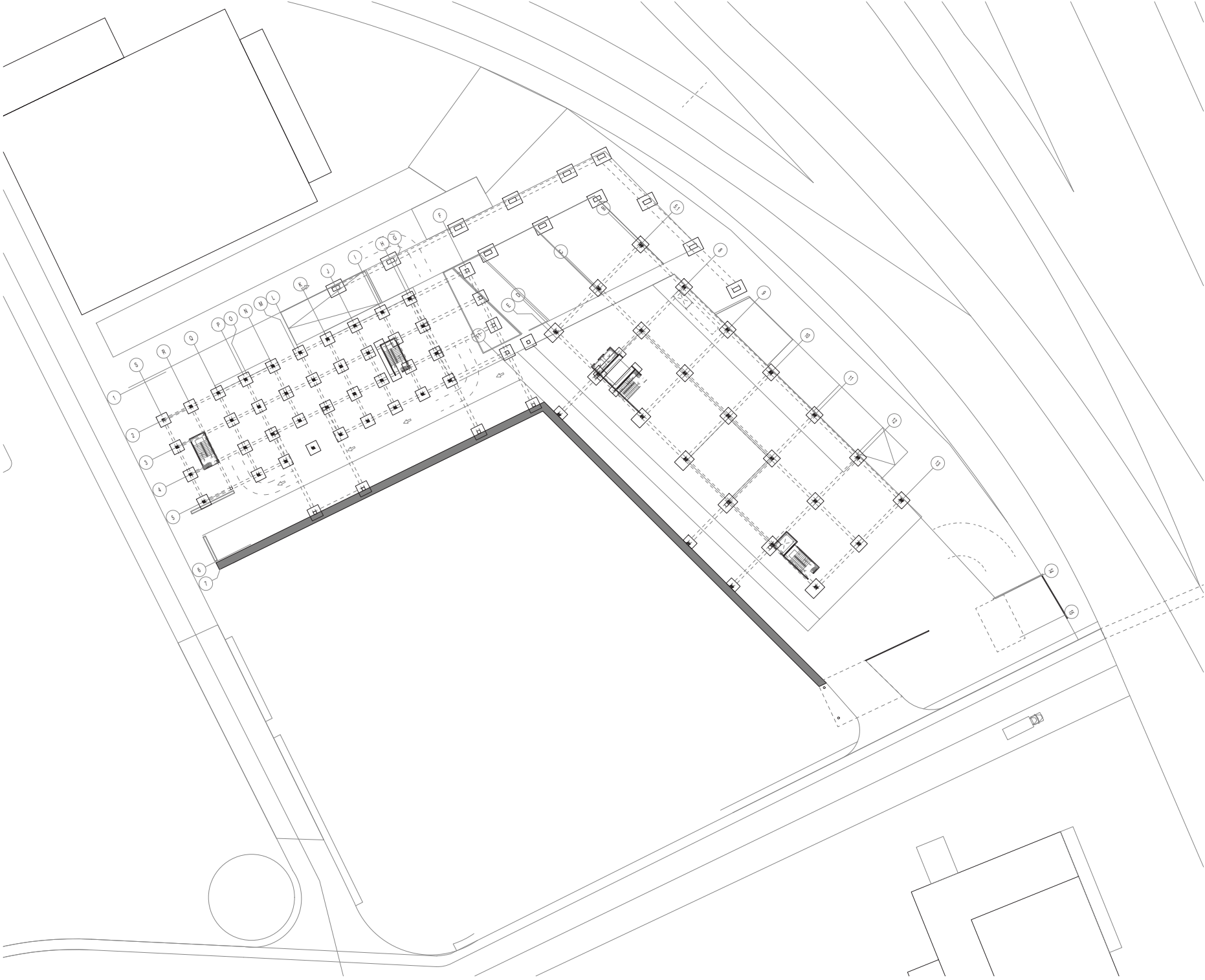
ELECTRICO



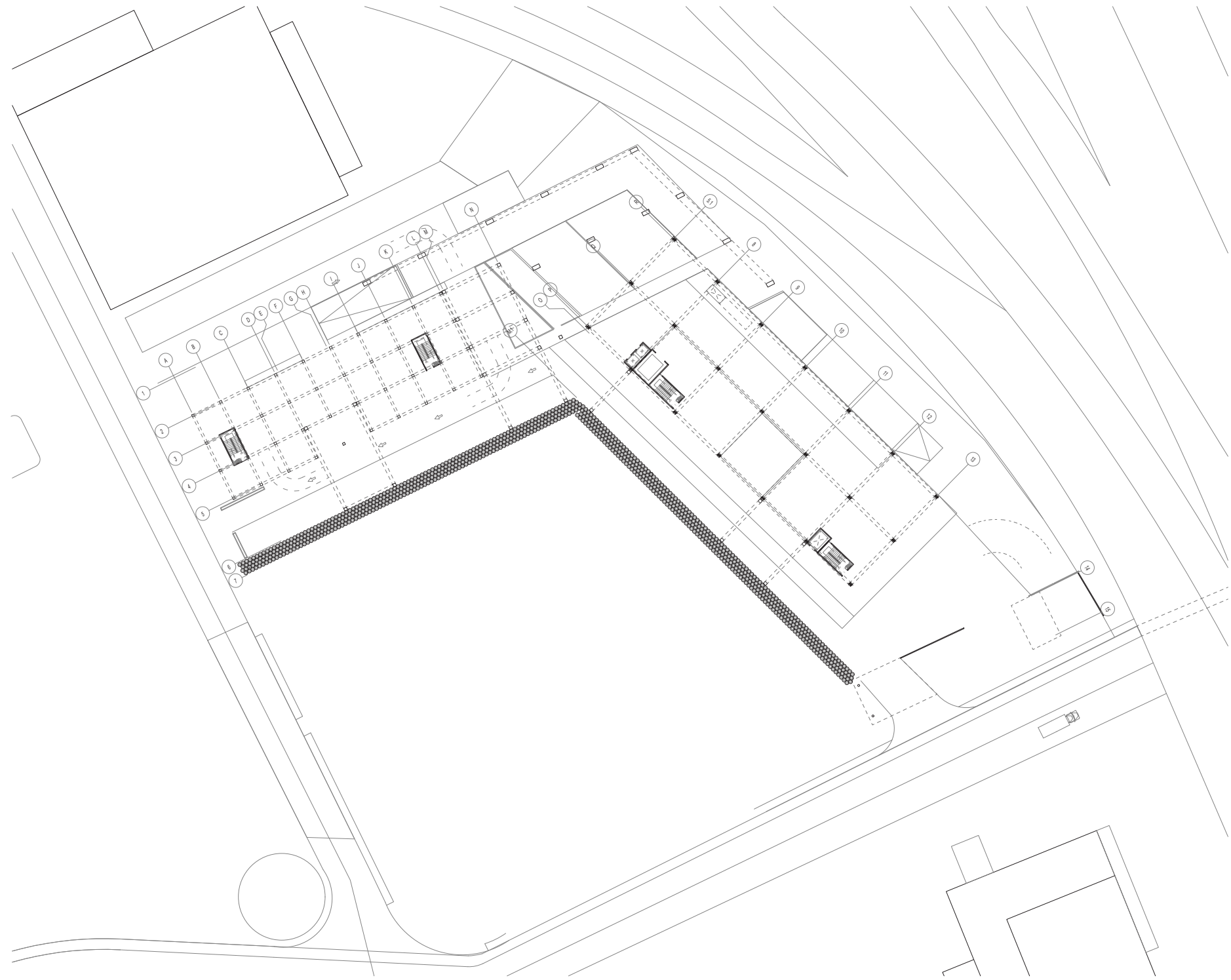
ELECTRICO NIVEL 2



PLANTA ESTRUCTURAL DE CIMIENTOS



PLANTA ESTUCTURAL TIPICA



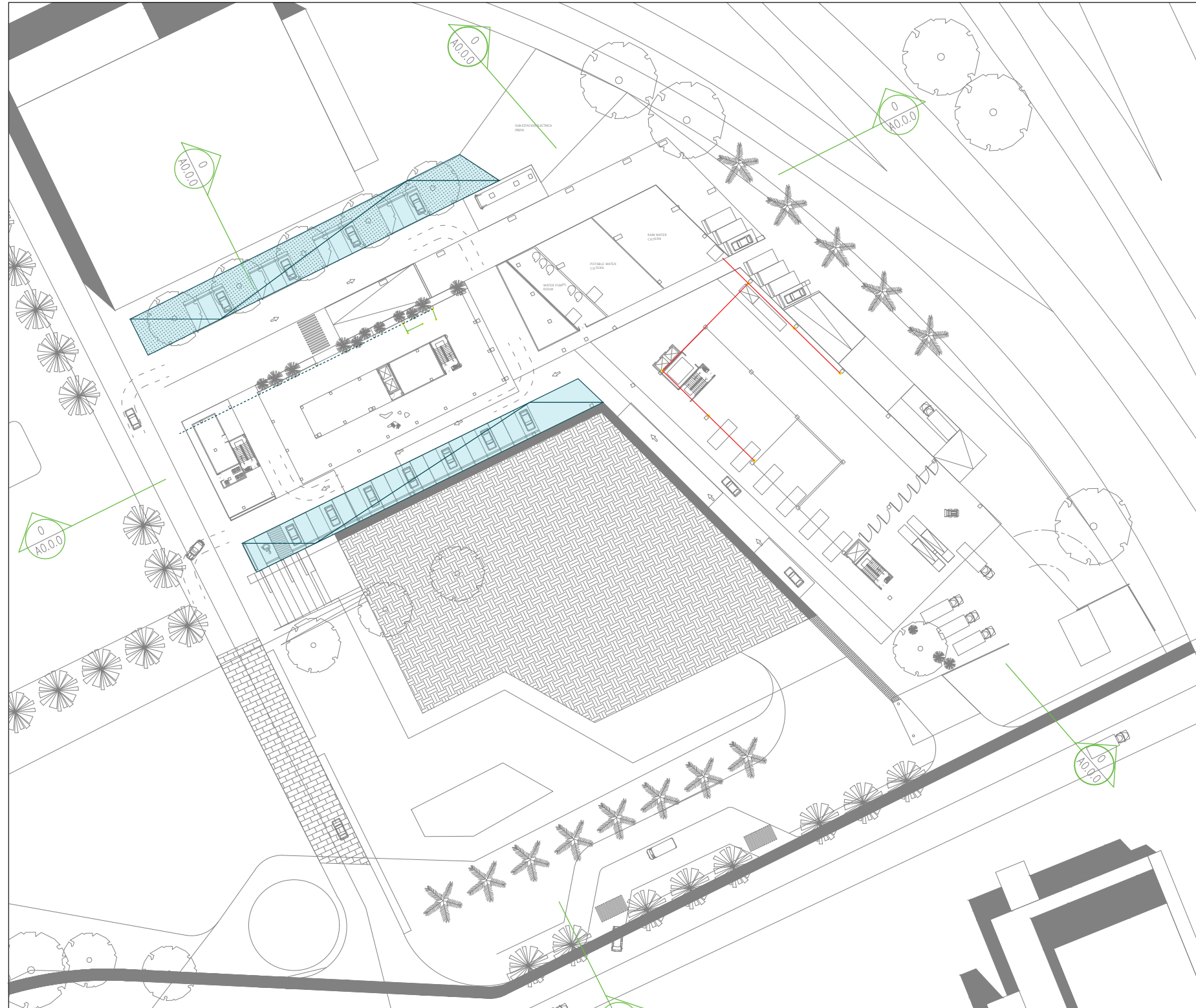
PLOMERIA



SANITARIO



RECOGIDO DE AGUA

















Apéndice

Análisis de precedentes

Diagramas de encuestas

Análisis de predio

Otros

Análisis de Precedentes

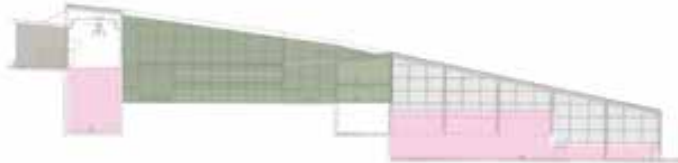
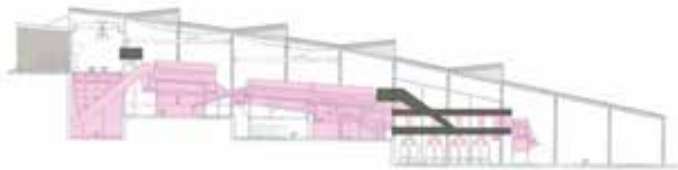


Figura 30: Resumen diagramático de estudio del Sims Recycling Facility, NYC. Diagramas hechos por el autor

UTE Las Dehesas, Madrid

Abalos & Herreros arquitectos

30,000 sm



- Circuito público elevado
- Area de visitantes y admin.
- Area estacionamiento de camiones y vagones
- Circulación lineal del reciclaje



Figura 31: Resumen diagramático de estudio de UTE las Dehesas, en Madrid. Diagramas hechos por el autor

Amager Bakke -Copenhagen

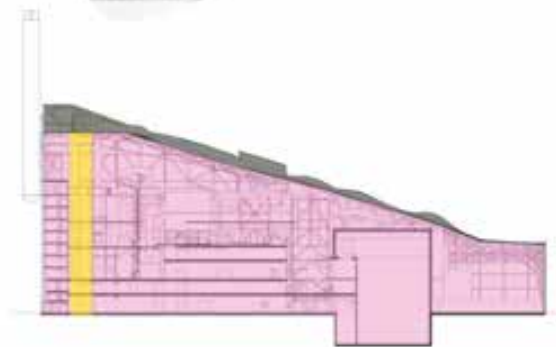
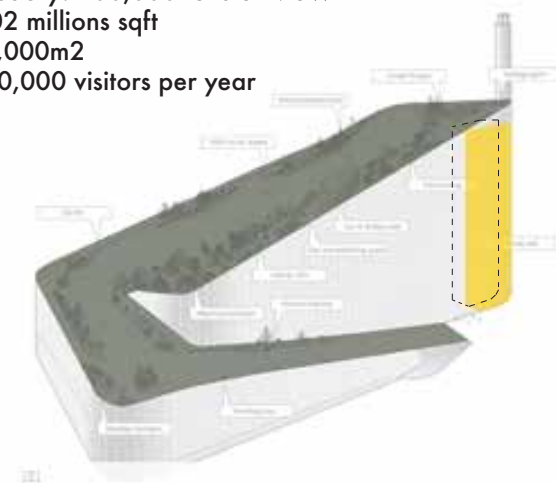
BIG

capacity: 400,000 tons of MSW

1.02 millions sqft

41,000m²

300,000 visitors per year



- Area de recreación
- Area de elevadores públicos en cristal
- Area privada



Figura 32: Resumen diagramático de estudio del Amager Bakke, Copenhagen. Diagramas hechos por el autor

Resultados de la encuesta:

Edad

49 respuestas

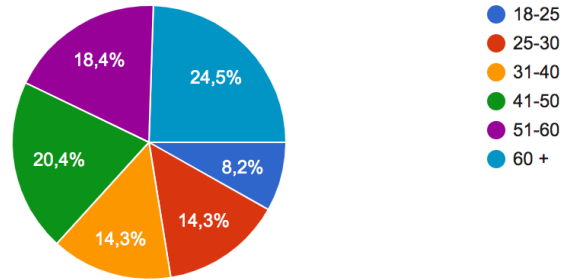


Figura 33: Gráfico circular: Edades de los encuestados

Género

48 respuestas

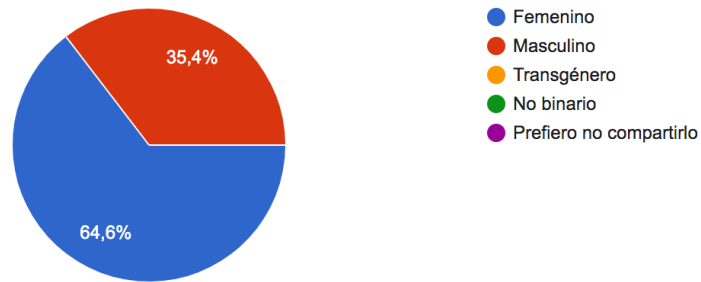


Figura 34: Gráfico circular: Género de los encuestados

¿Practicas el reciclaje?

49 respuestas

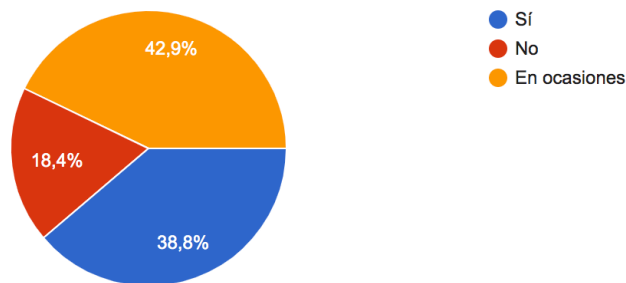


Figura 35: Gráfico circular con resultados a pregunta ¿Practicas el reciclaje?

De haber escogido "No" o "En ocasiones", ¿Porqué?



20 respuestas

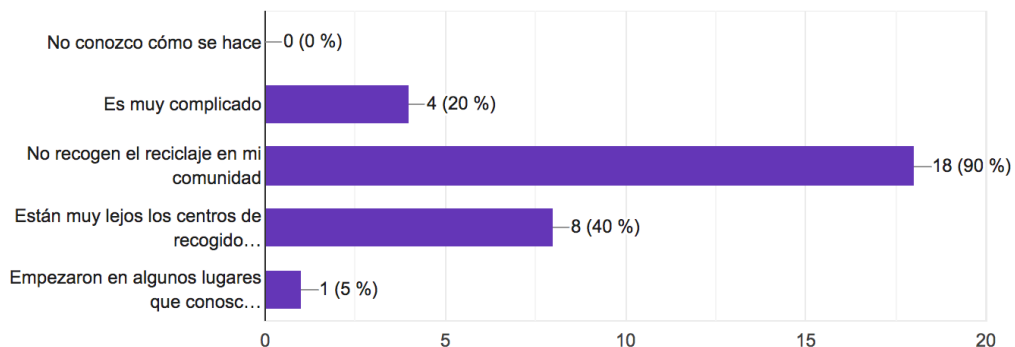


Figura 36: Gráfico circular: Resultados a pregunta: De haber escogido "No" o "en ocasiones", ¿por qué?

¿Te han orientado sobre los procesos de reciclaje en Puerto Rico?



49 respuestas

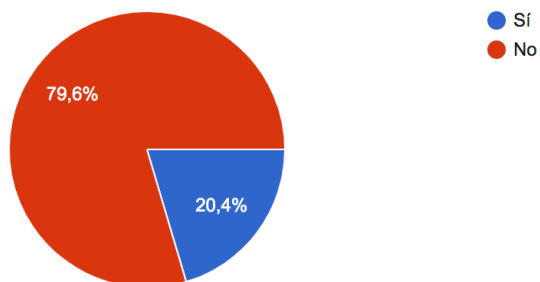


Figura 37: Gráfico circular: Resultados a pregunta: ¿Te han orientado sobre los procesos de reciclaje en Puerto Rico?

¿Conoces el término Basura Cero?

49 respuestas

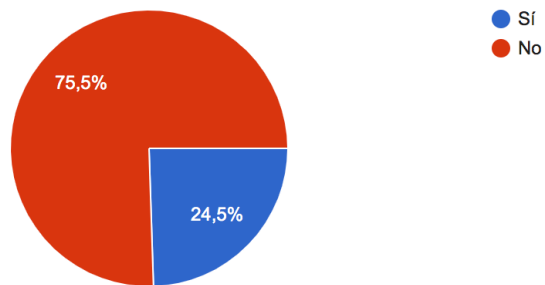


Figura 38: Gráfico circular: Resultados a pregunta: ¿Conoces el término Basura Cero?

¿Cuán cerca de tu residencia quisieras tener un centro de reciclaje?

48 respuestas

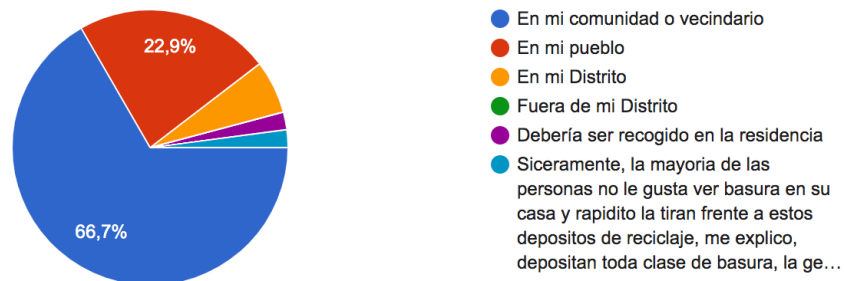


Figura 39: Gráfico circular: Resultados a pregunta: ¿Cuán cerca de tu residencia quisieras tener un centro de reciclaje?

En una sola palabra, ¿cómo describirías un centro de reciclaje (centro de acopio, plantas de procesamiento, etc...)?



45 respuestas

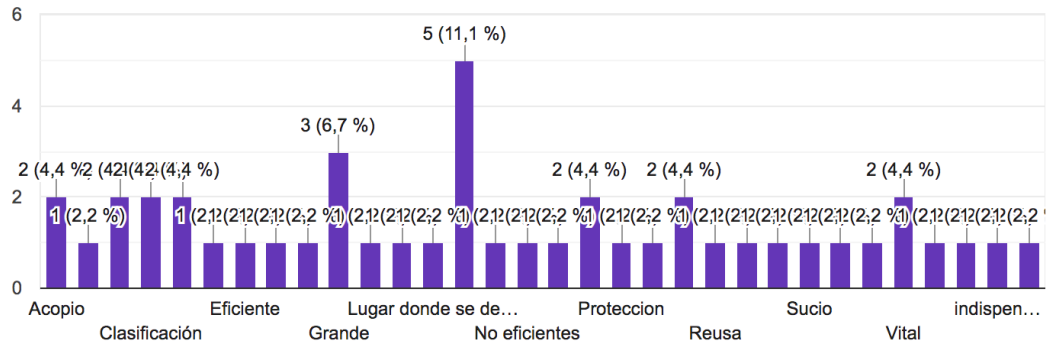


Figura 40: Gráfico de barras: Resultados a pregunta: ¿Cómo describirías un centro de reciclaje?

¿Qué te gustaría encontrar en un centro de reciclaje ?



49 respuestas

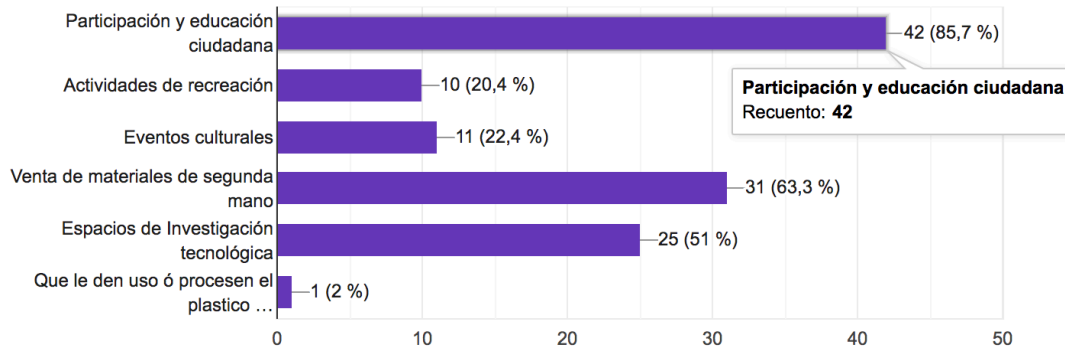


Figura 41: Gráfico de barras: Resultados a pregunta: ¿Qué te gustaría encontrar en un centro de reciclaje?

Documentación y Análisis del Predio Seleccionado:



Figura 42: Diagrama de la infraestructura de Desperdicios Sólidos en San Juan, hecho por el autor.

Inferior Izquierda: Dos fotos tomadas de

https://www.academia.edu/41158461/El_manejo_sostenible_de_materiales_reciclables_y_las_estrategias_asociadas_a_la_arquitectura_y_la_planificaci%C3%B3n_urbana



Figura 43: Análisis de predio: Fondo y Figura



Figura 44: Análisis de predio: Zonificación



Figura 45: Análisis de predio: Vegetación y Topografía

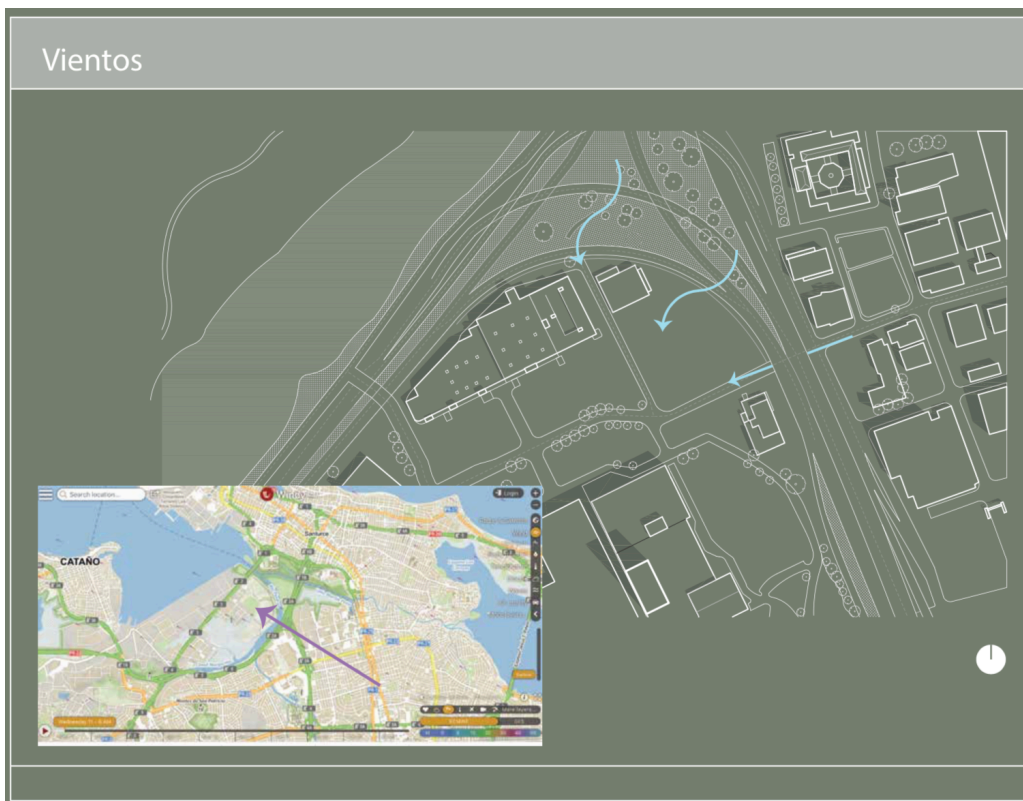


Figura 46: Análisis de predio: Ventilación

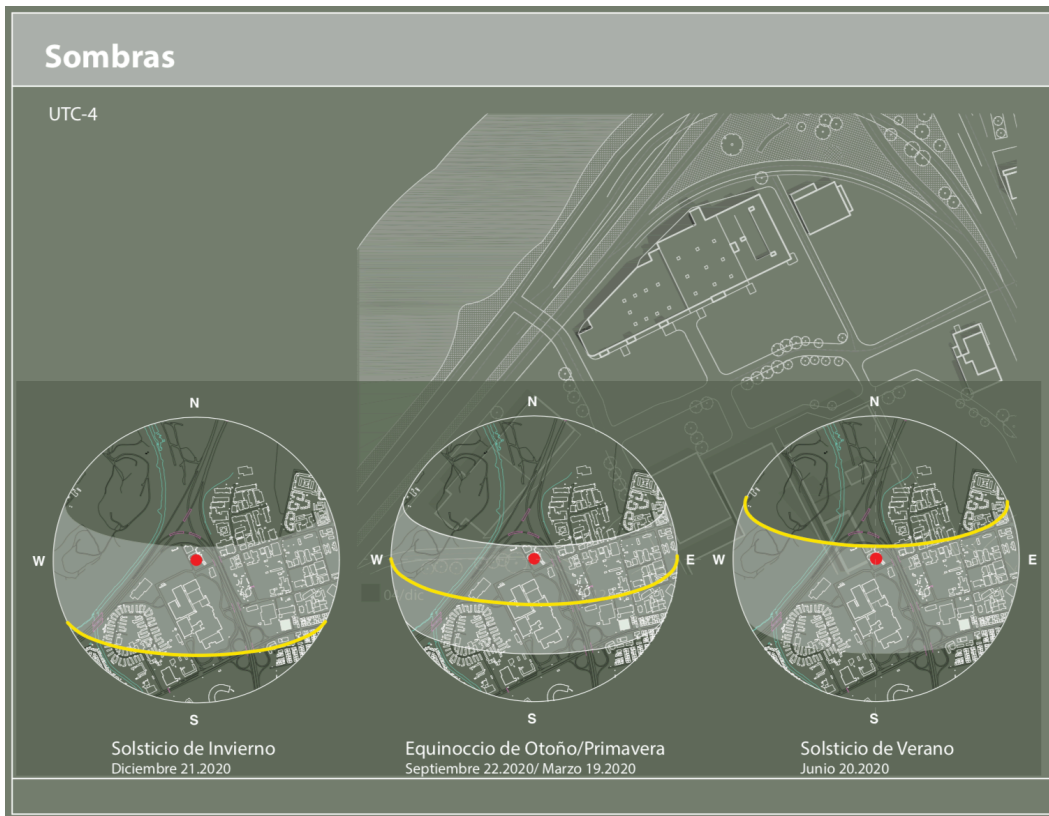


Figura 47: Análisis de predio: Iluminación Solar y Sombras

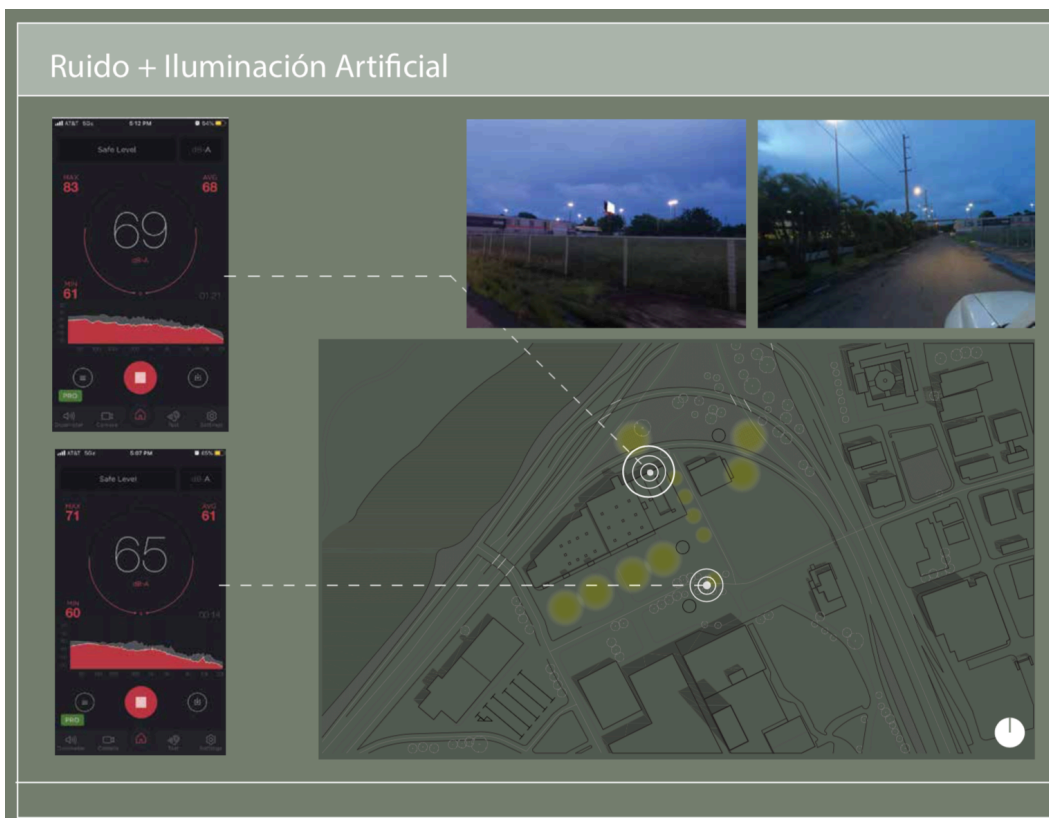


Figura 48: Análisis de predio: Ruido e Iluminación Artificial



Figura 49: Análisis de predio: Conceptos de Lynch



Figura 50: Análisis de predio: FODA

Referencias:

- Algaze-Beato, Cristina. 2010. "Waste to Energy: ¿beneficioso o Perjudicial Para Puerto Rico?" *Entorno 17: Apagarla Miradas Alternas a La Energía*, 2010. <https://issuu.com/cesteves/docs/entorno17>.
- Alsina, Jose Luis. n.d. "¿Dónde Estan Los Nuevos Empleos?" *Corriente Verde*. <http://www.corrienteverde.com/articulos/donde-estan-los-nuevos-empleos.html>.
- Bigio, Aniel. 2015. "El Reciclaje En Puerto Rico Es Mínimo." *Miprv*, 2015. <https://www.miprv.com/el-reciclaje-en-puerto-rico-es-minimo/#:~:text=Actualmente en el país se, en Puerto Rico es mínimo.>
- Castillo, Graham. n.d. "El Sector Del Reciclaje y Sus Necesidades." *Corriente Verde*. <http://www.corrienteverde.com/articulos/el-sector-del-reciclaje-y-sus-necesidades.html>.
- Colón, Por María de los Milagros. 2019. "Se Recicla Poco y La Mitad Vuelve Al Vertedero." *Metro PR*, 2019.
- Díaz-Rolón, Ayeza. 2010. "Para Largo La Crisis En Los Vertederos." *El Vocero*, 2010.
- Diaz, L F, C G Golueke, G M Savage, and L L Eggerth. 2020. *Composting and Recycling Municipal Solid Waste*. https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=_i_gDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT18&dq=municipal+solid+waste+calorific&ots=JBv6nz-Opl&sig=x_GvtduUeBvd4ogJ2ZxNEKz5-p4.
- EFE, Agencia. 2019. "Prevén El Cierre Del 67% de Los Vertederos de Puerto Rico Para El 2022." *El Vocero*, 2019.
- Frearson, Amy. 2015. "BIG Reveals Sunken Recycling Centre below Terrain for Joggers and Snowboarders." *Dezeen*, 2015. <https://www.dezeen.com/2015/02/24/big-sydhavns-recycling-center-copenhagen-sunken-slopes-snowboarding/>.
- Hawkins, Gay. 2006. *The Ethics of Waste: How We Relate to Rubish*. Maryland: Rowman & Littlefield Publishers. <https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=2zHXheETyJC&oi=fnd&pg=PP9&ots=JaTI2Caweq&sig=7QhaY8MrFgjS4JSc5e9yCY211eI#v=onepage&q&f=false>.
- Joachim, Mitchell. 2013. "Turning Waste into Building Blocks of the Future." *BBC Future: Science and Environment*. 2013.
- Kara, Hanif. 2017. "Architects, Waste and Design Research." In *Architecture and Waste: A (Re)Planned Obsolescence*.
- Kara, Hanif . Georgoulas, Andrea . Asensio-Villoria, Leire. n.d. "The Missing Link: Architecture and Waste Management." *Harvard Design Magazine No.40 Well, Well, Well*. <http://www.harvarddesignmagazine.org/issues/40/the-missing-link-architecture-and-waste-management>.
- Kara, Hanif . Georgoulas, Andrea . Asensio-Villoria, Leire. 2017. *Architecture and Waste: A (Re)Planned Obsolescence*. Edited by A. Krista-Sykes. Actar Publishers, Harvard University GSD.

- Kimmelman, Michael. 2013. "A Grace Note for a Gritty Business." *The New York Times*, 2013. <https://www.nytimes.com/2013/11/18/arts/design/sims-municipal-recycling-facility-designed-by-selldorf.html>.
- Liu, Coco, ClimateWire. 2011. "Turning Trash to Gold in China." *Scientific American*. 2011.
- López, Israel. n.d. "Ley 411." DRNA. <http://www.drna.pr.gov/ley/ley-411/>.
- María Santos-Corrada & Rafael Mendez-Tejeda. 2016. "Public Perception of Climate Change in a Period of Economic Crisis in Puerto Rico." *AIMS Press*, 2016.
- Marrero, Omar. 2020. "Sin Plan Concreto La Administración Vázquez Garced Para Enfrentar Problemas de Vertederos." *Noticel*, June 24, 2020. <https://www.noticel.com/gobierno/top-stories/20200624/sin-plan-concreto-la-administracion-vazquez-garced-para-enfrentar-problema-de-vertederos/>.
- MP Engineers of Puerto Rico, P.S.C. 2008. "Dynamic Itinerary for Infrastructure Projects Public Policy Document." https://noticiasmicrojuris.files.wordpress.com/2014/12/dynamic_itinerary.pdf.
- Muller, Jeannine. 2018. "The Architecture of Waste." *Ri-Vista Seconda Se*: 37–53. [file:///Users/omarferrer/Downloads/2761-Article Text-2726-1-1-20190916.pdf](file:///Users/omarferrer/Downloads/2761-Article%20Text-2726-1-1-20190916.pdf).
- Nobile, Maria-Luna. 2018. "Architecture as a Device: The Design of Waste Recycling Collection Centres." *Detritus*, 8.
- Qing, Wang. n.d. "Turning Waste Disposal into a 'Beautiful Business.'" [https://www.iswa.org/fileadmin/galleries/Media Award/2012/China/China No.1-Article of Wang Qing-Turning Waste Disposal into a Beautiful Business.pdf](https://www.iswa.org/fileadmin/galleries/Media%20Award/2012/China/China%20No.1-Article%20of%20Wang%20Qing-Turning%20Waste%20Disposal%20into%20a%20Beautiful%20Business.pdf).
- Rosenfield, Karissa. 2013. "Can Waste Be Used to Regenerate Our Cities?" *Archdaily*. 2013.
- Soto-Irizarry, Enrique René. 2018. "El Manejo Sostenible de Materiales Reciclables y Las Estrategias Asociadas a La Arquitectura y La Planificación Urbana." Universidad Politecnica de Puerto Rico. [https://www.academia.edu/41158461/El_manejo_sostenible_de_materiales_reciclables_y_las_estrategias_asociadas_a_la_arquitectura_y_la_planificaci3n_urbana](https://www.academia.edu/41158461/El_manejo_sostenible_de_materiales_reciclables_y_las_estrategias_asociadas_a_la_arquitectura_y_la_planificaci%C3%B3n_urbana).
- Wowrzeczka, Bogusław. 2019. "LANDSCAPE FORMS IN THE ARCHITECTURE OF WASTE MANAGEMENT FACILITIES IN CITIES." *Acta Scientiarum Polnorum Architectu*: 87–102.

Referencias del Define:

1. Recuperado de: <https://dle.rae.es/recurso> el 05 de octubre de 2020.
2. Diaz, L F, C G Golueke, G M Savage, and L L Eggerth. 2020. *Composting and Recycling Municipal Solid Waste*.
https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=_i_gDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT18&dq=municipal+solid+waste+calorific&ots=JBv6nz-Opl&sig=x_GvtduUeBvd4ogJ2ZxNEKz5-p4.
3. “Ley Para La Reducción y El Reciclaje de Desperdicios Sólidos En Puerto Rico.” 2018.
<http://www.bvirtual.ogp.pr.gov/ogp/Bvirtual/leyesreferencia/PDF/Ambientales/70-1992/70-1992.pdf>.
4. Sung, Kyungeun. 2015. “A Review on Upcycling: Current Body of Literature, Knowledge Gaps and a Way Forward.” Venice Italy. [https://dora.dmu.ac.uk/bitstream/handle/2086/14640/2015-Sung-a review on upcycling-current body of literature, knowledge gaps and a way forward.pdf?sequence=1](https://dora.dmu.ac.uk/bitstream/handle/2086/14640/2015-Sung-a%20review%20on%20upcycling-current%20body%20of%20literature,%20knowledge%20gaps%20and%20a%20way%20forward.pdf?sequence=1).
5. Pires, A., G. Martinho, S. Rodrigues, and Maria Gomes. 2019. *Sustainable Solid Waste Collection and Management*. Springer International Publishing AG.
[https://books.google.com/books?id=L3hvDwAAQBAJ&pg=PA50&lpg=PA50&dq=\(Ashby+et+al.+2007,+Chandler+and+Werther+2014,+Geyer+et+al.+2015\)&source=bl&ots=nwxtmbiM7z&sig=ACfU3U0PNmNS9kknK0R3U8M3zgxhOJxAw&hl=en&sa=X&ved=2ahUKewjKgaT4grDsAhVOc98KHW79AUkQ6AEwAnoECACQAq#v=onepage&q=\(Ashby et al. 2007%3B Chandler and Werther 2014%3B Geyer et al. 2015\)&f=false](https://books.google.com/books?id=L3hvDwAAQBAJ&pg=PA50&lpg=PA50&dq=(Ashby+et+al.+2007,+Chandler+and+Werther+2014,+Geyer+et+al.+2015)&source=bl&ots=nwxtmbiM7z&sig=ACfU3U0PNmNS9kknK0R3U8M3zgxhOJxAw&hl=en&sa=X&ved=2ahUKewjKgaT4grDsAhVOc98KHW79AUkQ6AEwAnoECACQAq#v=onepage&q=(Ashby%20et%20al.%202007%3B%20Chandler%20and%20Werther%202014%3B%20Geyer%20et%20al.%202015)&f=false).
6. Freudenrich, Craig. n.d. “How Landfills Work.”
<https://science.howstuffworks.com/environmental/green-science/landfill3.htm>.
7. Planificación, Junta de. 2019. “Reglamento Conjunto Para La Evaluación y Expedición de Permisos.” [https://jp.pr.gov/Portals/0/Borradores VP/Reglamento Conjunto 2019/REGLAMENTO CONJUNTO 2019 \[RP-38\] Final Aprobado vig 7junio2019.pdf?ver=2019-05-09-183107-527](https://jp.pr.gov/Portals/0/Borradores%20VP/Reglamento%20Conjunto%202019/REGLAMENTO%20CONJUNTO%202019%20[RP-38]%20Final%20Aprobado%20vig%207junio2019.pdf?ver=2019-05-09-183107-527).
8. “Ley Para La Reducción y El Reciclaje de Desperdicios Sólidos En Puerto Rico.” 2018.
<http://www.bvirtual.ogp.pr.gov/ogp/Bvirtual/leyesreferencia/PDF/Ambientales/70-1992/70-1992.pdf>.
9. “Ley Para La Reducción y El Reciclaje de Desperdicios Sólidos En Puerto Rico.” 2018.
<http://www.bvirtual.ogp.pr.gov/ogp/Bvirtual/leyesreferencia/PDF/Ambientales/70-1992/70-1992.pdf>.
10. Lopez de Victoria, Israel. 2017. “Planificación, Operaciones e Ingeniería.” 2017.
<http://www.drna.pr.gov/programas-y-proyectos/operacionales/planificacion-operaciones-e-ingenieria/>.
11. “Ley Para La Reducción y El Reciclaje de Desperdicios Sólidos En Puerto Rico.” 2018.
<http://www.bvirtual.ogp.pr.gov/ogp/Bvirtual/leyesreferencia/PDF/Ambientales/70-1992/70-1992.pdf>.
12. “Ley Para La Reducción y El Reciclaje de Desperdicios Sólidos En Puerto Rico.” 2018.
<http://www.bvirtual.ogp.pr.gov/ogp/Bvirtual/leyesreferencia/PDF/Ambientales/70-1992/70-1992.pdf>.
13. Project, The Story of Stuff. 2007. *Historia de Las Cosas*.
<https://www.youtube.com/watch?v=9GorqroigqM&feature=youtu.be>.
14. Project, The Story of Stuff. 2007. *Historia de Las Cosas*.
<https://www.youtube.com/watch?v=9GorqroigqM&feature=youtu.be>.
15. EIA. 2020. “Biomass Explained.” How Waste to Energy Plant Work. 2020.
<https://www.eia.gov/energyexplained/biomass/waste-to-energy-in-depth.php>.
16. “Ley Para La Reducción y El Reciclaje de Desperdicios Sólidos En Puerto Rico.” 2018.
<http://www.bvirtual.ogp.pr.gov/ogp/Bvirtual/leyesreferencia/PDF/Ambientales/70-1992/70-1992.pdf>.

17. “Reglamento Para La Reducción, Reutilización y El Reciclaje de Los Desperdicios Sólidos En Puerto Rico: Enmienda 7940.” n.d. [http://www.transicion.pr.gov/2012/184/Informe de reglamentos memorandos circulares y nor/7940 - Enmienda 6825 \[Reciclaje\].pdf](http://www.transicion.pr.gov/2012/184/Informe%20de%20reglamentos%20memorandos%20circulares%20y%20nor/7940%20-%20Enmienda%206825%20[Reciclaje].pdf).
18. Diaz, L F, C G Golueke, G M Savage, and L L Eggerth. 2020. *Composting and Recycling Municipal Solid Waste*.
https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=_i_gDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT18&dq=municipal+solid+waste+calorific&ots=JBv6nz-Opl&sig=x_GvtduUeBvd4ogJ2ZxNEKz5-p4.
19. Project, The Story of Stuff. 2007. *Historia de Las Cosas*.
<https://www.youtube.com/watch?v=9GorqroigqM&feature=youtu.be>.