



FIG 0. CRUZ, Mario, World Press Photo 2009. *Viviendo entre lo que queda atrás*

Percepción, sensibilidad y aprendizaje

Repensando la arquitectura desde un enfoque sostenible y social

<https://claudiaorpez.wixsite.com/website>

Claudia Órpez Sánchez

Percepción, sensibilidad y aprendizaje

Repensando la arquitectura desde un enfoque sostenible y social

<https://claudiaorpez.wixsite.com/website>

Claudia Órpez Sánchez

Trabajo final de Grado | GARqEtsab2014

Línea: Proyectos

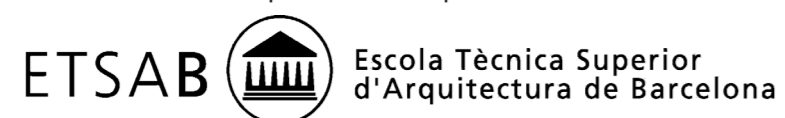
Tutor: Roger Méndez Badias

Tribunal: Luis Félix Arranz San Vicente

| Antonio Pizza de Nanno | Ernest

Redondo Domínguez

Escuela Técnica Superior de Arquitectura Barcelona



“Ni la sociedad, ni el hombre, ni ninguna otra cosa deben sobrepasar para ser buenos los límites establecidos por la naturaleza.”

Hipócrates, médico de la Antigua Grecia (460 A.C.-370 A.C)

“Es preciso conocer al máximo los problemas de nuestro tiempo, pero también las necesidades esenciales del hombre, que no han cambiado, pues el hombre es nuestra principal unidad de medida”.

José Antonio Coderch, arquitecto (1913-1984)

Sumario

1. RESUMEN
2. JUSTIFICACIÓN de la temática escogida y OBJETIVOS principales del trabajo
3. METODOLOGÍA
4. CONTENIDO
 - 4.1. **Introducción**

Problemática actual – Marco global
 - 4.2. **Origen y causas** del contexto medioambiental actual
Capitalismo, economía lineal, revolución industrial, cambio climático.
 - 4.3. Los **efectos** de la arquitectura en la crisis climática vigente
Impacto medioambiental, mochila y huella ecológica, densidad energética
 - 4.4. Posibles **alternativas** para la arquitectura
Economía circular, mantenimiento, materiales y diseños sostenibles.
 - 4.5. **Casos de estudio**

Base sostenible de la Nasa - Escuela Nueva Esperanza

 - Contexto geográfico, social y económico
 - Breve introducción y descripción del proyecto
 - Necesidad del encargo: objetivos y premisas a cumplir
 - Ordenación y clasificación urbanística
 - Funcionamiento energético: sistemas pasivos y activos
 - Diseño constructivo y materialidad
 - Conclusiones del proyecto
5. CONCLUSIONES GENERALES DEL TRABAJO
 - Reflexiones derivadas del análisis
 - Aprendizaje final

Principios clave de la nueva arquitectura: percepción, sensibilidad y aprendizaje; arquitectura pasiva, autosuficiente, bioclimática y ecológica.
6. AUTOCRITICA y aprendizaje
7. AGRADECIMIENTOS
8. BIBLIOGRAFIA Y WEBGRAFIA

1. RESUMEN

El paradigma sobre cómo abordar el cambio climático y la optimización de los recursos es un debate abierto y plenamente discutido que se extiende por todos los sectores de la sociedad.

Ahora más que nunca se está tomando conciencia sobre las inminentes consecuencias que provoca esta emergencia climática. Por tanto, encontrar las herramientas para reconducir esta situación, permitirá a la humanidad solucionar este conflicto que se lleva cosechando desde la segunda mitad del siglo XVIII cuando empezó la Revolución Industrial.

Palabras clave:

Cambio climático, sostenibilidad, arquitectura vernácula y pasiva, autosuficiencia, construcción bioclimática, materiales ecológicos y locales, y valor social.

1. ABSTRACT

The paradigm on how to deal with climate change and resource optimization is an open and fully contested debate extended across all society sectors.

Now more than ever, there is a growing awareness of the imminent climate emergency consequences. Therefore, finding the correct tools to redirect this situation will allow humanity to solve this problem, which has been going on since the second half of the 18th century, when the Industrial Revolution began.

Keywords:

Climate change, sustainability, vernacular and passive architecture, self-sufficiency, bioclimatic construction, ecological and local materials, and social value.

2. Justificación de la temática escogida y objetivos del trabajo:

El trabajo final de carrera implica el cierre de la etapa formativa y nuestra introducción al mundo laboral como arquitectos. Por ello quería relacionar la temática de mi TFG con alguno de los aspectos que de alguna manera van a influir, cambiar o hacer evolucionar la arquitectura de hoy.

Se empezó determinando los puntos donde se focaliza principalmente la arquitectura del siglo XXI. Entre los más destacados encontramos: los cambios generacionales e ideológicos de la sociedad, avanzando hacia nuevas formas de habitar y vivir; los rápidos procesos tecnológicos; y las nuevas formas de hacer arquitectura para paliar las emergencias medioambiental, habitacional y de salud actuales.

Tarde o temprano, todos nosotros como arquitectos deberemos enfrentarnos a las problemáticas derivadas del cambio climático y la continua explotación recursos naturales. Por eso consideré el trabajo de investigación como una buena herramienta para poder irme familiarizando con el tema.

El objetivo principal de este trabajo consistirá en determinar cómo, mediante los recursos que proporciona la arquitectura, podemos ayudar a frenar el calentamiento global y dispendio de materia prima para reconducir esta situación hacia nuevas maneras de ejercer nuestra profesión.

3. Metodología

El trabajo estará compuesto por una primera búsqueda exhaustiva en libros, revistas, páginas web y conferencias, que permite ponernos en situación en el marco actual, establecer cuáles han sido el origen y las causas de la emergencia climática, y conocer los efectos y el grado de implicación de la arquitectura en este asunto.

Una vez nos hayamos puesto en contexto, para saber qué actitud puede adoptar la arquitectura de hoy frente a la emergencia climática, se analizan minuciosamente dos casos de estudio. Son proyectos muy dispares entre ellos, pero ambos consiguen ejercer una arquitectura sostenible y beneficiosa para el planeta y la sociedad. Los proyectos escogidos son la Base sostenible de la Nasa (Sunnyvale, California, Estados Unidos), y La Escuela Nueva Esperanza (El Cabuyal, Manabí, Ecuador).

A pesar de ser dos proyectos totalmente antagónicos el uno para con el otro, existen dos puntos fuertes en común; razón por la cual fueron escogidos para ser objeto del estudio. Mediante una correcta adaptación a su entorno, un conocimiento pleno del contexto en el que están, un buen uso de los materiales, procesos y diseños constructivos; y los funcionamientos energéticos utilizados; desempeñan una arquitectura sana y respetuosa con el medioambiente. A todo ello, se suma el carácter y beneficio social que poseen y nos reportan.

Fruto de la investigación previa sobre la situación actual, pero sobre todo del análisis de los casos de estudio; nacen una serie de reflexiones y aprendizajes extrapolables y aplicables a cualquier tipo de proyecto del mundo.

4. Contenido

4.1. Introducción

Cada vez con más frecuencia oímos hablar del problema que supone el cambio climático y la deforestación con la que despilfarramos los recursos naturales. Todo ello está teniendo y tendrá inminentes consecuencias a nivel mundial.

Para ponernos en contexto, pondremos sobre el papel una serie de cifras que demuestran como a diario nuestro planeta se ve afectado por la acción humana. (FIG.1)

Debido a nuestro ritmo de vida y modo de consumo, cada vez generamos una mayor cantidad de residuos, de la cual más de la mitad no se recicla. Aproximadamente, estaríamos hablando de unas 60.000 toneladas de materia prima extraídas y convertidas en producto que, una vez dada por finalizada su vida útil, serían residuos avocados en vertederos o incineradoras; y, en el peor de los casos, acabarían arrojados en parajes donde conviven otras especies. Contaminando así su hábitat y alterando su ecosistema. Esto supone un coste medioambiental altísimo, acarreando una serie de consecuencias que no nos podemos permitir si queremos seguir viviendo en el planeta Tierra como hasta ahora.

Este ritmo desmesurado de obtención, uso y desecho se extiende por todas las áreas de la sociedad. Si hablamos concretamente de nuestro sector, podemos afirmar que el mundo de la arquitectura y la construcción implica 1/3 de todos los residuos generados anualmente tan solo en Europa.

Si seguimos perpetuando este ritmo de consumo exponencial, los residuos generados cada año a nivel mundial se verán incrementados hasta un 70%, lo que implica que, en 2050, el ser humano necesitará unos tres planetas Tierra para poder mantener este sistema de vida.

Como la humanidad es la única responsable de esta emergencia medioambiental, también la única capaz de solucionarla.

Por ello, a lo largo de este trabajo se hablará del cambio climático, su origen y causas, y del erróneo modelo de consumo instaurado en nuestra sociedad. También se estudiará el grado de responsabilidad de la arquitectura y las posibles soluciones más factibles y eficientes a aplicar en nuestro campo. Para llevar a cabo este último punto mencionado y actuar en consecuencia, se analizan dos proyectos que nos invitan a reflexionar sobre el abanico de posibilidades con las que contamos para reconducir esta situación.

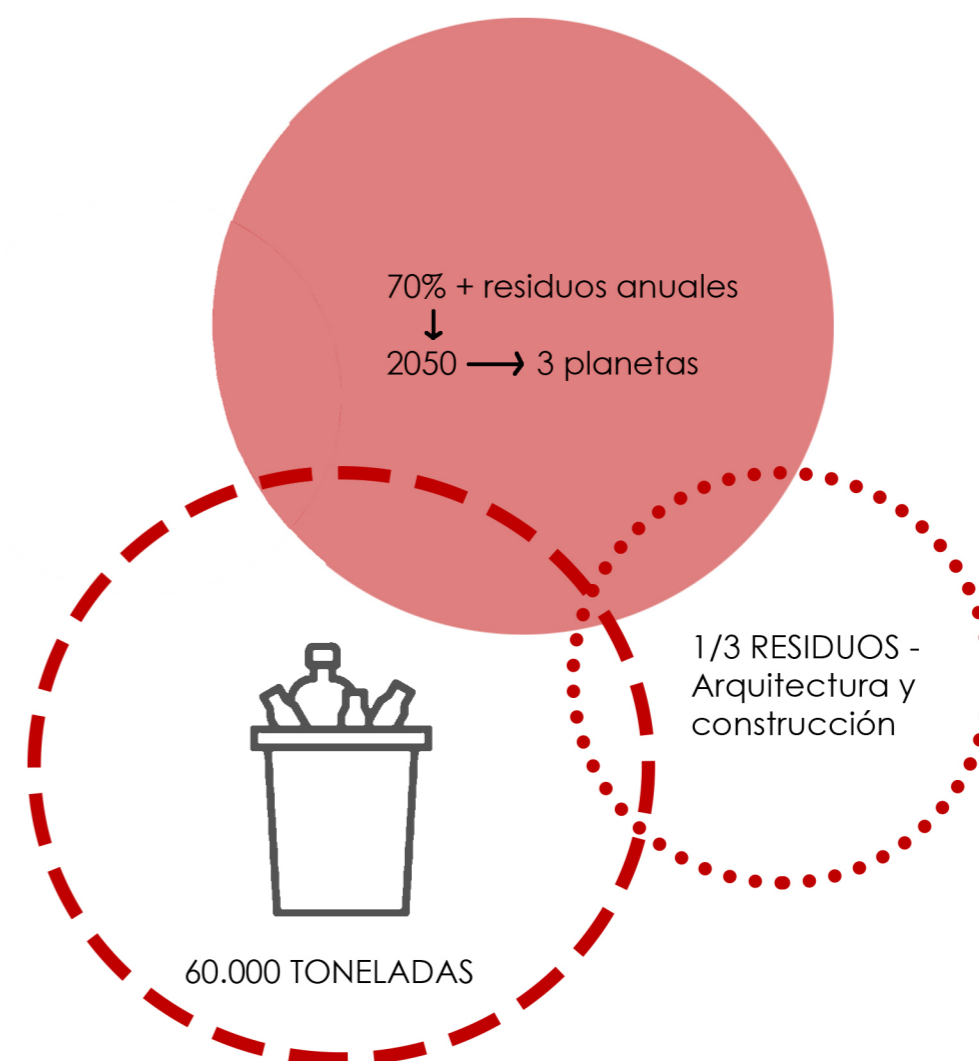


FIG 1. Datos sobre la contaminación medioambiental

4.2. Origen y causas del contexto medioambiental actual

El modelo de consumo capitalista imperante actualmente en la mayoría de las sociedades marca el tempo de nuestro día a día. Este ciclo se traduce en la generación exponencial de contaminación, residuos, polución y emisiones que avocamos directamente sobre nuestro planeta. Esto provoca un aumento de temperatura terrestre que a su vez origina un cambio en el clima a escala global. Éste puede manifestarse en forma de desastres naturales, aumentando el nivel del mar, acidificando el agua, poniendo a especies en peligro de extinción, etc.

Es un problema muy importante que afecta no solo a nuestra salud, sino también al planeta donde vivimos y a las nuevas generaciones, al futuro. Sería preciso reconducir esta situación y encontrar una solución inmediata. Por ello vamos a recapitular y comenzar por el principio, viendo cuando se desencadenó este conflicto y porqué.

Nuestro mundo es un planeta finito y cerrado en cuanto a materiales se refiere. El problema, llamado cambio climático, se origina cuando el ser humano instaura en la Tierra un sistema económico abierto que tiende a un crecimiento infinito. Este sistema se llama economía lineal, y básicamente consiste en llevar a cabo cuatro pasos: extraer, producir, usar y desechar. (FIG 2)

El ritmo de estas acciones se ve incrementado por un factor llamado consumo, el cual la mayoría de las veces puede definirse como la necesidad redundante y a menudo "innecesaria" de gastar productos, bienes o servicios continuamente.

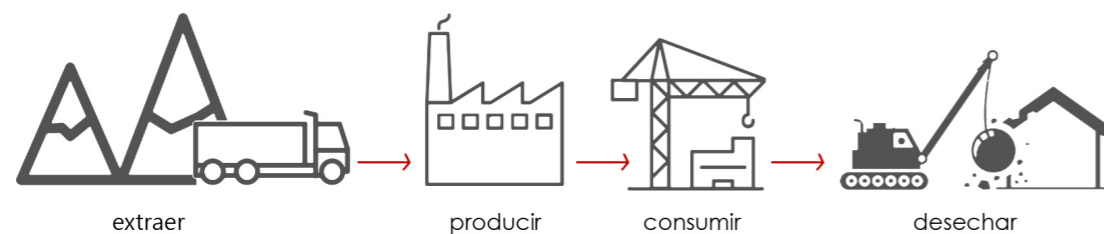


FIG 2. Economía lineal aplicada a la arquitectura

El cambio climático se inicia durante la Revolución Industrial. Hasta antes de este período de transformación económica, social y tecnológica que comienza en la segunda etapa del siglo XVIII, el ser humano se limitaba a conseguir, a partir de la biosfera y el sol, las materias primas y diferentes energías que requería para satisfacer sus necesidades diarias, (ejemplo: cereales, animales, madera...). En aquella época, el límite de la superficie bio-productiva era todo aquello que estuviera en la corteza terrestre: bosques, campos, mares...

La era industrial se convierte en el punto de inflexión: al empezar a manufacturar los bienes de consumo, el ritmo de producción de éstos aumenta y directamente lo hace su demanda. Llegó un punto en el que la biosfera como fuente de recursos se nos quedaba pequeña, la materia prima que utilizábamos se extinguía y no dábamos tiempo a la Tierra a regenerarla. Con el descubrimiento de una nueva área terrestre, la litosfera; la superficie bio-productiva aumentó y eso permitió conseguir nuevas fuentes de energía, como el carbón o el petróleo, que a su vez permitían obtener la materia prima de una manera más rápida que antaño. Es entonces cuando aumenta el ritmo de producción, suben los niveles de contaminación y se inicia el cambio climático. (FIG 3)

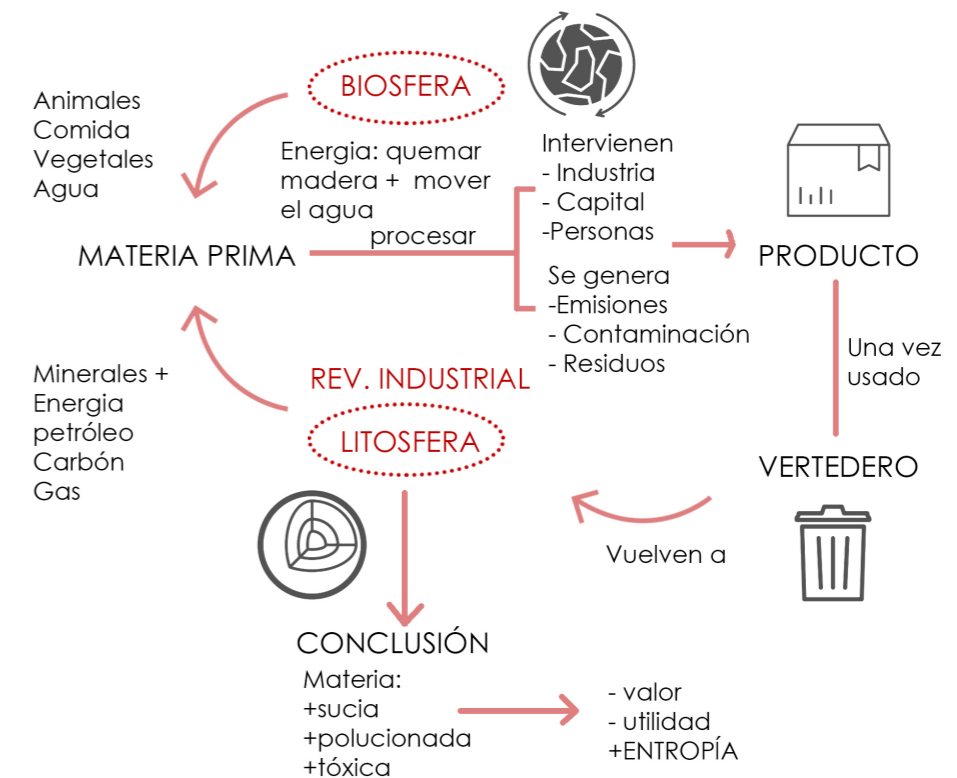


FIG 3. Funcionamiento de la economía lineal 8

4.3. Los efectos de la arquitectura en la crisis climática vigente

Quizás ahora que ya nos hemos puesto en contexto, sabemos qué es el cambio climático, cómo se originó y cuándo, cabe preguntarse: ¿Cómo el sector de la construcción y la arquitectura incentivan el crecimiento del calentamiento global y contribuyen al persistente derroche de bienes naturales?

La edificación tiene un impacto medioambiental altísimo. El sector de la construcción representa el 56% de emisiones contaminantes a nivel mundial. Para llegar a construir un edificio, se realizan una cadena de actividades que van incrementando la contaminación, la energía consumida, las emisiones, la polución... Estas actividades pasan por la extracción de la materia prima, la fabricación del producto útil, el transporte para llevar dicho producto a la obra, la construcción del edificio en sí, su posterior uso y mantenimiento, y su posible derribo tiempo después.

Todo ello se suma a nuestro incipiente requisito de construir cada vez más, edificios con menos vida útil que se alejan de cumplir con lo estrictamente necesario. Actualmente, la mayoría de los edificios se componen de hormigón, en más o menos proporción. Se calcula que la vida útil de este material es de aproximadamente cincuenta años, mientras que las edificaciones hechas de madera o piedra, con un adecuado mantenimiento, es muy difícil calcularles un límite de vida. El corto ciclo vital de los edificios propios de hoy en día comporta un mayor gasto energético.

El hecho de construir edificios cada vez más sobrecargados de propiedades y aspectos innecesarios, contribuye a aumentar la mochila ecológica de una materia. Conocida también como coste ecológico, es la cantidad de sustancia extraída, transportada, utilizada, desechada y transformada posteriormente en residuo durante el ciclo vital de los diferentes productos.

Durante el proceso constructivo de un edificio y de los distintos elementos y materiales que lo componen, también se incrementa la densidad energética utilizada. Este factor es toda la energía invertida para llegar a obtener un producto concreto. En otras palabras, cuanto más cuesta conseguir un material, más densidad energética tiene.

El crecimiento de la mochila ecológica y la densidad energética comporta más impacto ambiental, más emisiones y más huella ecológica necesaria. El último punto corresponde a la cantidad de superficie terrestre indispensable para plantar la biomasa verde capaz de reabsorber de la atmósfera todo el CO₂ emitido durante el proceso de obtención de un producto en concreto.

Toda esta suma de factores en alza comporta directamente más cambio climático. (FIG 4)

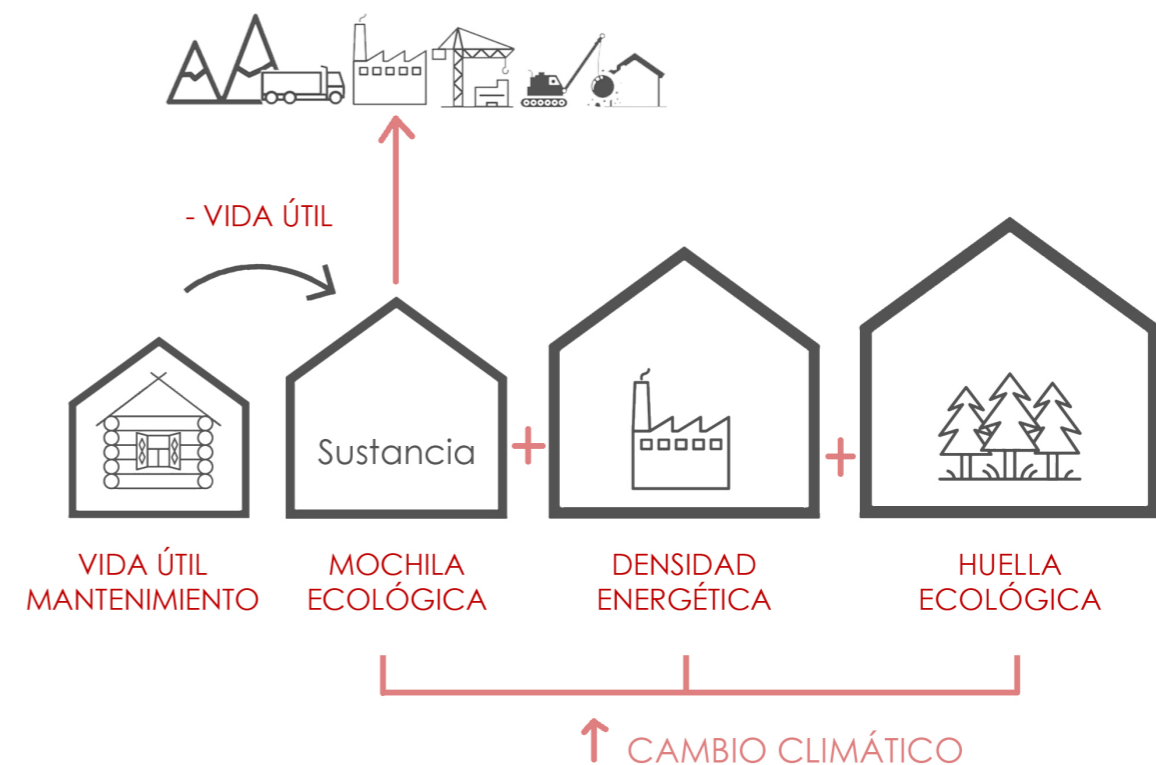


FIG 4. Factores que incrementan el cambio climático. 9

4.4. Posibles alternativas para la arquitectura

Para revertir el papel jugado por la arquitectura en este asunto medioambiental, quizás deberíamos cambiar nuestra manera de actuar.

Una buena manera de empezar sería implementando el concepto de economía circular. Por economía entendemos aquellas acciones políticas, sociales y valga la redundancia económicas sostenibles capaces de disminuir el cambio climático y contribuir a conseguir un planeta mejor para el futuro.

En cambio, el término circular, como bien dice la palabra, consistiría en mantener, el máximo tiempo posible, un producto en el ciclo de vida útil. Y cuando su utilidad se diera por terminada, éste pudiera reutilizarse o reciclarse para volver a formar parte del ciclo. De esta manera, quedarían reducidas las actividades de extracción, transformación de materia en producto y transporte que contribuyen a incrementar el impacto medioambiental. Así podríamos emitir a buen ritmo y dar tiempo al planeta a regenerar los recursos naturales necesarios.

Para aplicar con efectividad el término "circular" dentro de un campo arquitectónico, los materiales a utilizar en una obra deberían ser reutilizables, reciclables, biodegradables, durables; no presentar ningún peligro o contaminación (tanto para nuestra salud como para el medio ambiente); y estar fabricados u obtenidos con baja energía incorporada y emisiones asociadas. Sería positivo también utilizar productos locales siempre que sea posible, de esta manera contribuimos a reducir las emisiones que conlleva el transporte y ahorramos energía. Otro punto a favor sería contemplar, en mayor medida, la posibilidad de realizar uniones en seco entre los componentes de un edificio y que éstos estuvieran compuestos por un solo material; así podría repararse, reciclarse o reutilizarse más fácilmente.

También sería notoriamente positivo fomentar un correcto mantenimiento de los edificios y sus distintas instalaciones. El cuidado o reparación es lo que permite alargar la vida útil de los objetos, materiales o edificios; huir de la obsolescencia programada y ser más ecológicos.

De hecho, un buen mantenimiento es el primer cambio conductual a establecer para llegar a ser más sostenibles.

El uso de productos con estas propiedades podría complementarse con serie diseños o procedimientos constructivos sostenibles y respetuosos con el planeta, como reducir la cantidad y utilizar lo estrictamente necesario; potenciar la durabilidad de un material reparándolo siempre que se pueda; reutilizar, reciclar o rehabilitar productos, edificios o partes de éstos.

Actuar en base a esta serie de principios permite prescindir en mayor medida del uso de la litosfera como lugar donde proveernos de energía y materia prima y, de esta manera, no incrementamos el cambio climático, sino todo lo contrario. (FIG 5)

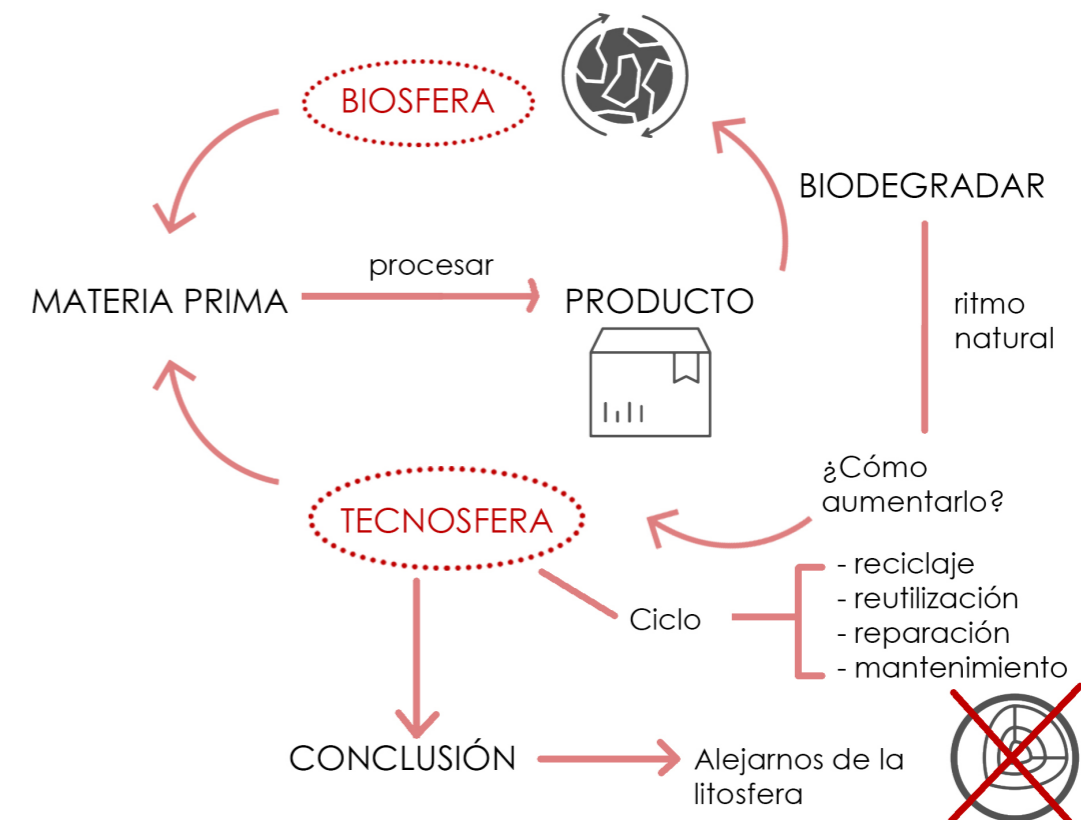


FIG 5. Funcionamiento de la economía circular

A primera vista, la aplicación de estas medidas sostenibles resulta casi innato y resolutivo, pero de ser así las pondríamos en práctica a diario y no es el caso. La razón principal por la cual no se aplican estos conceptos es porque vivimos en una sociedad inmersa en conseguirlo todo de la manera más inmediata y económica posible. Hoy en día, emplear estos criterios es caro, pero conforme se vayan utilizando más a menudo, más rentables saldrán. Además de ello, la gente únicamente contabiliza el dinero gastado en el momento, sin tener en cuenta la amortización y beneficios que supone la inversión a largo plazo.

Para tratar de indagar más a fondo sobre las posibles alternativas que puede adoptar la arquitectura y sobre todo cómo aplicarlas, a continuación, se ve y estudian dos proyectos donde, además de utilizar muchos de los criterios explicados en este apartado, cuentan con factores clave que ilustran cuál podría ser el quid de la cuestión para hacer frente a la emergencia climática.



FIG 6. Autor desconocido [Web Archdaily] 2016. *Base Sostenible de la Nasa.*

4.5. Casos de estudio

4.5.1. Base sostenible de la Nasa: Un enfoque arquitectónico sostenible desde la innovación y la tecnología.

- **Contexto geográfico:**

El edificio se encuentra en un polígono industrial llamado Moffett Field Park. Pertenece a la ciudad de Sunnyvale, situada en pleno corazón de Silicon Valley, estado de California, al oeste de los Estados Unidos.

Sunnyvale forma parte de la cadena de metrópolis que conforman la Bahía de San Francisco. Esta infraestructura urbana en forma de "V" queda rodeada del gran Océano Pacífico, el Valle de Santa Clara y la mitad sur de la península de San Francisco.

La pequeña ciudad se ve envuelta por un paraje natural caracterizado por sus abundantes ríos y lagos, y sus extensas montañas. Además, cuenta con una ubicación privilegiada: se encuentra a escasos cuarenta minutos en coche de San Francisco, una de las ciudades estadounidenses más potentes económica y empresarialmente hablando. (FIG 7)

Esta zona de los Estados Unidos se caracteriza por estar justo encima de la falla de San Andrés. La falla está formada por el desplazamiento lateral de la placa tectónica Norteamericana y la placa del Pacífico. Discurre 1300 kilómetros a través el estado de California (Estados Unidos) y la Baja California (Méjico). Se caracteriza por ser una de las fallas de la corteza terrestre más activa del planeta.

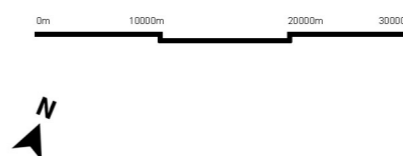


FIG 7. Plano de situación: contexto geográfico
E 1:25000

A finales de los años noventa, debido a su excelente ubicación, su rápida conexión con el territorio gracias a la línea de tren de alta velocidad, su cercanía al puerto y su proximidad a los dos aeropuertos internacionales de San José y San Francisco; el polígono industrial de Moffett fue elegido para participar más efusivamente en el crecimiento económico de Silicon Valley. Muchas de las más grandes empresas tecnológicas del país, además de corporaciones, campus universitarios y laboratorios decidieron instalar su allí sede. Entre ellas se encuentran: Yahoo, Google, Juniper, Networks... En 1994, la potente empresa de la Nasa se asentó por primera en Sunnyvle, junto al gran Aeródromo militar. (FIG 9)

▪ **Contexto social y económico:**

Los datos demográficos de la ciudad de Sunnyvale extraídos del United States Census, indican que un 80.1 % de la población es mayor de edad, de los cuales un 71.4% se encuentran activos. La proporción entre sexos es bastante equitativa, un 48.1% son mujeres. Al ser una zona de negocios internacional, un 70.2% de la ciudadanía tiene orígenes extranjeros. La mayor parte de la gente, un 92.6%, está graduada en estudios de secundaria o superiores, y un 65.1% tiene licenciaturas. (FIG 8)

El índice de pobreza es muy bajo, tan solo hay un 5.5%. El PIB de Sunnyvale, es el segundo más alto del país, con un producto interior bruto metropolitano per cápita de 159.570 USD. Encabeza la lista Midland, Texas. (FIG 8)

Claramente estos datos sobre la demografía de la ciudad donde se encuentra el proyecto se corresponden con el hecho de ser uno de los centros económicos y empresariales más potentes del mundo.

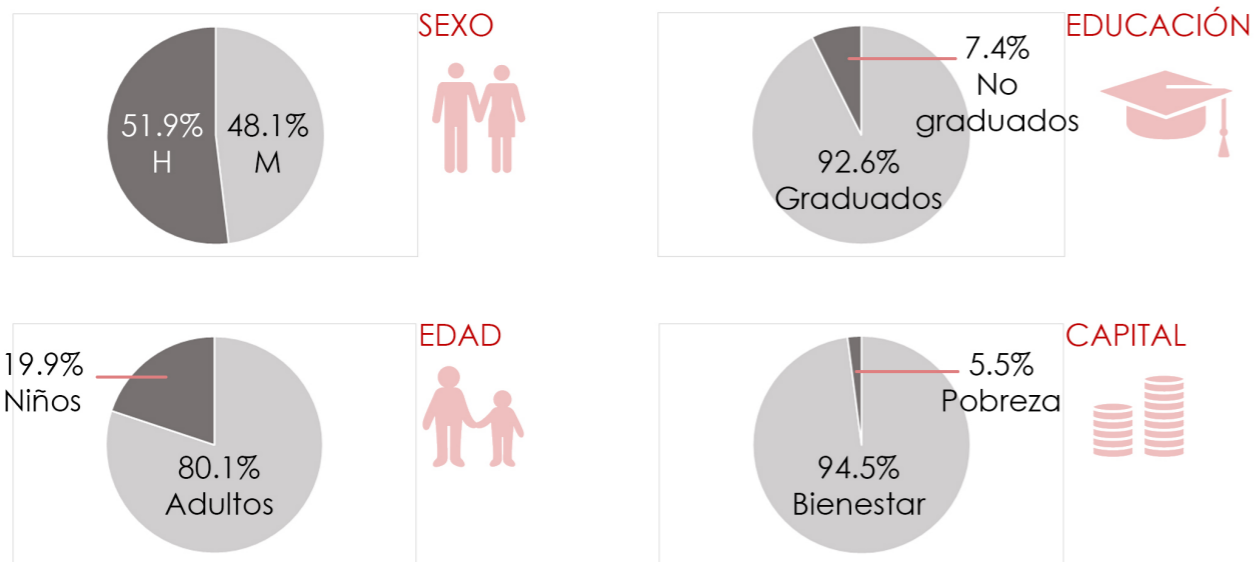


FIG 8. Datos demográficos de la ciuda de Sunnyvale

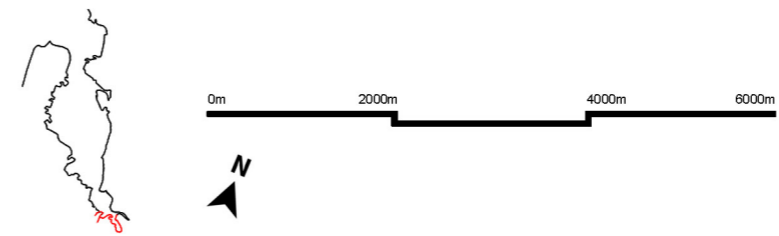


FIG 9. Plano de situación: contexto urbano. E 1:8000

- **Breve introducción y descripción del proyecto:**

La Base sostenible de la Nasa es la nueva sede de oficinas para la agencia del gobierno estadounidense responsable del programa espacial civil. La sede de oficinas de la Nasa se terminó en 2012 y tiene una superficie útil de aproximadamente 4645.15 metros cuadrados.

El terreno donde se encuentra emplazado el edificio podría considerarse plano, sin apenas pendiente hacia ninguno de sus lados. El único aspecto condicionante del suelo es su posible actividad sísmica debido a su situación justo encima de la falla de San Andrés.

El proyecto está formado por dos piezas alargadas de dos plantas cada una y conectadas entre sí mediante una pasarela elevada. Los dos módulos se encuentran orientados hacia Nord-oeste.

La Base, junto a algunos edificios más de la zona, conforman un espacio circular tranquilo y recogido. Como el proyecto se encuentra totalmente integrado a la ciudad, no hay demasiada área destinada a la libre circulación automovilística ni al estacionamiento de vehículos. En lugar de éstos, toman posesión los espacios verdes, la naturaleza y una serie de caminos pensados para recorrerse andando que entrelazan y conectan el proyecto con las construcciones vecinas. (FIG 10)

Pensando en el beneficio de los trabajadores, se diseñan espacios con poca compartimentación, amplios y con techos altos. Todos ellos cuentan con grandes ventanales practicables que permiten la entrada de iluminación natural y vistas a los jardines exteriores. En el interior de los edificios también se proyectan zonas más abiertas con tal de fomentar el encuentro entre los trabajadores y de esta manera incentivar la colaboración y el trabajo en equipo. No se conoce con exactitud el programa de oficinas debido a la privacidad que le otorga el ser un edificio federal. (FIG 11)

El proyecto también va acompañado de un extenso trabajo paisajístico del exterior. Los jardines y las zonas habilitadas tanto para descansar como para trabajar al aire libre permiten mejorar el estado de ánimo de los trabajadores y aumentar su productividad.

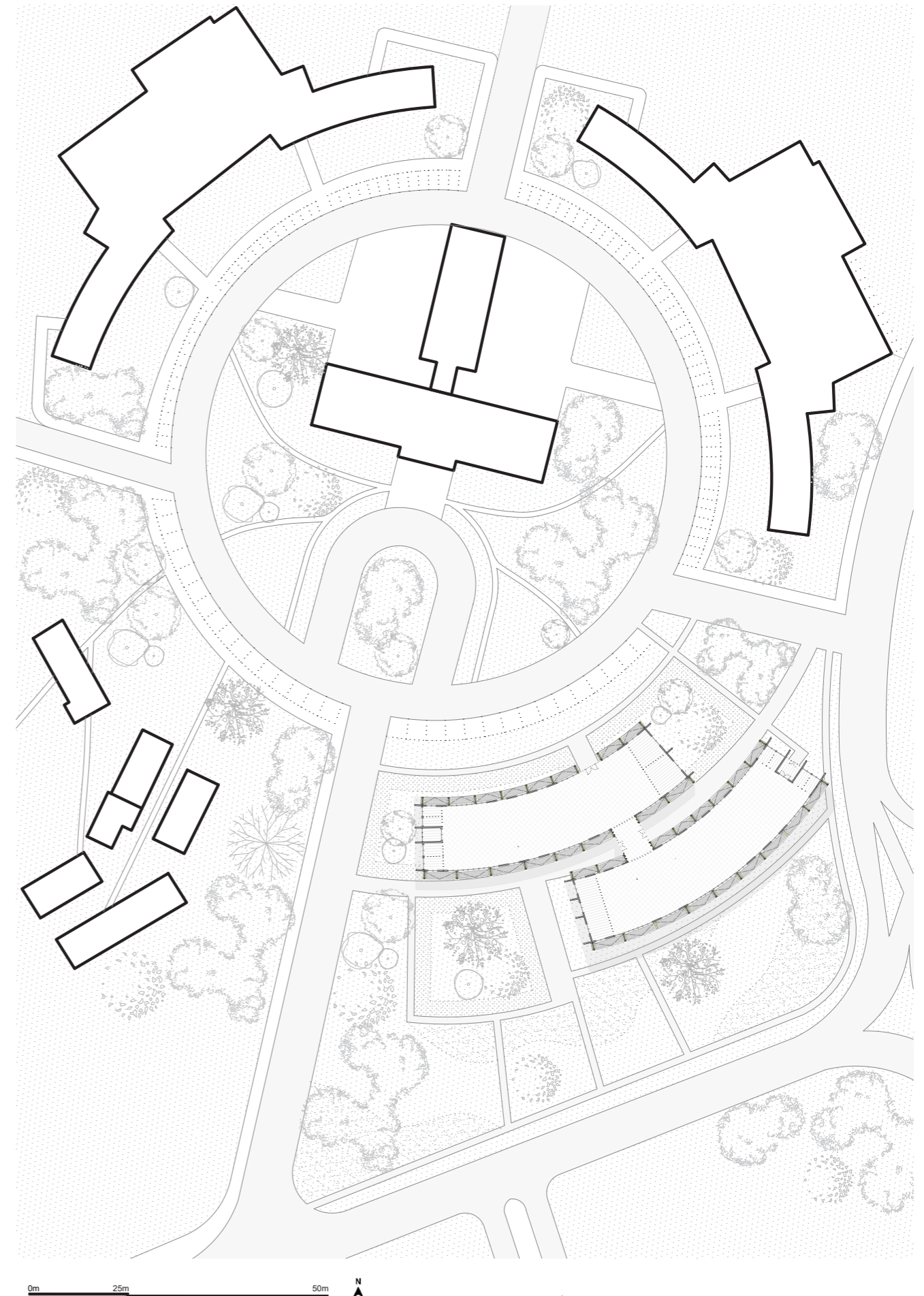


FIG 10. Planta con entorno cercano
E 1:1200

- **Necesidades del encargo:**

El encargo de este edificio se lleva a cabo porque, en 2007, la Nasa pone en marcha dentro de su misma empresa una iniciativa titulada “Renovación por reemplazo”. Básicamente consiste en reducir el consumo energético hasta llegar a alcanzar, en el pasado año 2020, una energía neta cero. Esto significa lograr que todos sus edificios federales sean abastecidos únicamente a partir de energías renovables limpias.

Los clientes, establecieron tres premisas indispensables que debía cumplir el nuevo inmueble:

1. Crear un espacio de trabajo óptimo y eficaz con menos costes operativos. Estos debían ser diáfanos, cómodos y fomentar el trabajo colectivo asegurando el rendimiento de los miembros integrantes.

2. Crear un modelo de edificio de alto rendimiento a partir del uso de energías únicamente renovables y optimizando la demanda de ésta. Prevaliendo al máximo los recursos naturales de la zona, aprovechando el uso del agua, y empleando materiales con larga vida útil.
3. Utilizar tecnología y enfoques de la Nasa para el correcto funcionamiento del edificio y de esta manera controlar los niveles de actividad y efectividad de las distintas instalaciones.

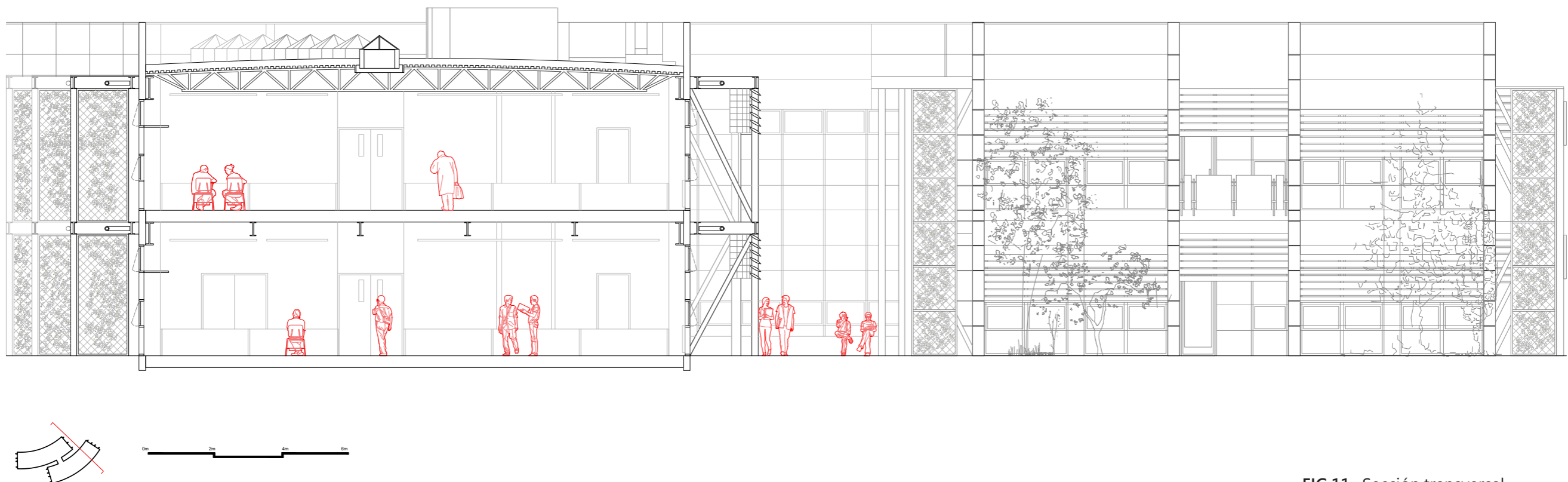


FIG 11. Sección transversal
E 1:120

Los arquitectos encargados de desempeñar esta obra es el estudio norteamericano William McDonough and Partners (FIG 12); seleccionado expresamente por su gran labor arquitectónica sostenible basada en los fundamentos de la economía circular.

Este despacho está considerado a la vanguardia de la arquitectura "verde". Lleva más de 20 años ejerciendo para mejorar la forma de construir y habitar reduciendo a su vez el impacto medioambiental. Con cada uno de sus proyectos proponen y divulgan soluciones para mantener la materia en un círculo de vida útil constante.

Para llevar a cabo el encargo, los arquitectos contaron con el cuantioso presupuesto de 26 millones de euros, el cual les abría la puerta a un sinfín de posibilidades, tanto a nivel de materiales, como también de técnicas y diseños constructivos.



FIG 12. Makower Joel, [Web Greenbiz], 2013. *William McDonough* (izquierda) con *Michael Braungart* (derecha)

- **Ordenación y clasificación urbanística:**

Sunnyvale no solo se caracteriza por su localización, geografía o actividad económica e industrial, sino también por instaurar hace más de diez años, un plan urbanístico regido por la construcción ecológica y el diseño sostenible. A partir de 2009 todo edificio, ya sea de uso residencial como no residencial, y con más de tres mil metros cuadrados, debía seguir las pautas marcadas por la consejería de construcción ecológica de los Estados Unidos (USGBC) y basarse en un diseño ambiental LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*). Las directrices que rigen esta normativa urbana son las siguientes:

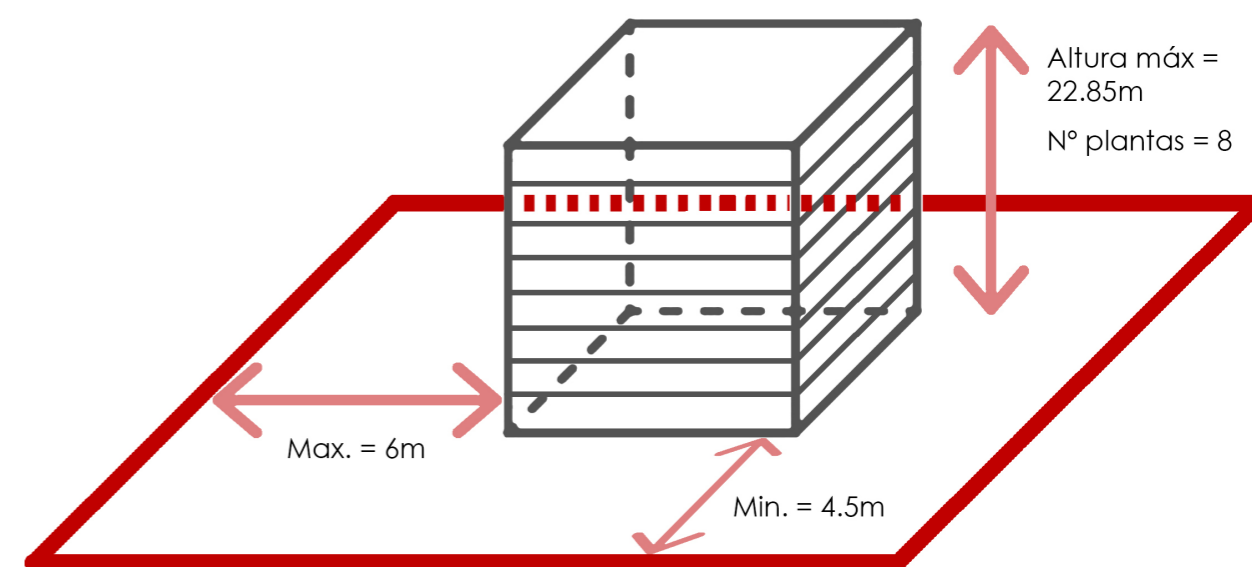
1. Incorporar medidas para garantizar la calidad ambiental de los espacios interiores, la salud y la productividad de sus integrantes.
2. Promover y fortalecer la red de transporte público, ya sea en autobús o bicicleta, para reducir las emisiones de CO₂ a la atmósfera.
3. Contemplar el diseño paisajístico sostenible, sin uso de agua potable.
4. Optimizar el uso del agua potable estimando sus necesidades y reutilizando las grises y pluviales. Reducir también la generación de aguas residuales.
5. Establecer la mínima demanda energética posible en los edificios y en sus sistemas base, además de potenciar el uso de fuentes de energía renovables.
6. Promover prácticas constructivas que prolonguen la vida útil de los edificios, reduzcan su mantenimiento y promuevan la facilidad de servicio.
7. Facilitar la reducción de residuos generados por los ocupantes del edificio, y promover al reciclaje de éstos.
8. Controlar la gestión de residuos de construcción para reciclarlos en medida de lo posible y no derivarlos a vertederos.

El edificio de oficinas pone en práctica todos y cada uno de los puntos anteriores, contribuyendo así a esta red de edificios "verdes" de Moffett Field que mueven la economía mundial, respetan el medioambiente y optimizan los recursos.

Las normativas y claves urbanas que debía seguir la Base Sostenible de la Nasa para su ejecución son los estándares de zonificación comercial e industrial de la ciudad de Sunnyvale, actualizados en diciembre del 2013. (FIG 13)

El polígono de Moffett Field Park está clasificado territorialmente como clase A. Dicha catalogación significa que estos solares están reservados para las distintas instalaciones de investigación y producción consideradas pioneras y vanguardistas.

Específicamente, el espacio que ocupa el centro de oficinas de la Nasa, está subcatalogado como MP-TOD: donde se considera que se encuentra la mayor intensidad de desarrollo de las distintas sedes empresariales.



PLAN VIGENTE :	Distritos de zonificación de Moffett Park, Plan municipal de ordenación urbanística, ayuntamiento de Sunnyvale, 2013
CLAVE URBANÍSTICA:	Clase A, MD-TOD oficinas, industria, almacenes, laboratorios, armada Mayor intensidad de desarrollo
DIRECCIÓN:	Nasa Ames Building N-232, Mountain View, CA 94043, Estados Unidos
EDIFICABILIDAD:	45% de la superficie total de la parcela
SUPERFICIE CONSTRUIDA:	50% de la superficie total de la parcela
ÁREA MÍNIMA:	6858 metros cuadrados
ALTURA MÁXIMA:	22.85 metros
Nº MÁXIMO DE PLANTAS:	8 plantas
SEPARACIÓN FRONTAL:	4.5 metros mínimo
SEPARACIÓN TRASERA:	Ninguno
SEPARACIÓN A LINDES:	6 metros máximo

FIG 13. Plan normativo vigente de Moffett Field

La Base Sostenible de la Nasa es un edificio federal, y, por tanto, aparte de ajustarse a estas normativas generales, debe cumplir con unos requisitos específicos propios de las construcciones gubernamentales: garantizar unas medidas de protección más estrictas, sobre todo en los accesos, y aportar prestaciones tales como la reducción acústica e insonorización de los espacios.

- **Funcionamiento energético:**
 - **Clima**

Como punto de partida para el funcionamiento energético del edificio, los arquitectos se basaron en los principios de la bioclimática. El concepto consiste en aprovechar al máximo los recursos naturales de la zona en la que se emplaza el edificio: sacarles el máximo partido a las cualidades del terreno y adecuarse correctamente al clima y entorno.

La zona de Silicon Valley, donde se encuentra la ciudad de Sunnyvale, presenta un clima semiárido. Este clima se caracteriza por tener días templados todo el año, con una temperatura media entre 17°C y 22°C. Los inviernos no se consideran especialmente fríos, pero los veranos en cambio sí son calurosos, sobrepasando los 25°C fácilmente. Las lluvias son escasas, las precipitaciones oscilan entre los 200 y los 400 mm. Este clima es parecido al mediterráneo, la clara diferencia entre ambos es que éste es más bien seco sin presentar apenas porcentajes de humedad en el ambiente.

Aprovechar al máximo la luz natural también es un factor de gran importancia en este proyecto. Por ello los dos bloques reparten su programa en una planta más bien estrecha y curva. De esta manera también se consigue limitar el calentamiento en el interior y maximizar la sombra en los pasajes y espacios de actividad al aire libre.

Los arquitectos no solamente jugaron con la forma para conseguir captar luz, sino también con la propia estructura. Ésta es un exoesqueleto de acero exterior que permite dejar la planta intacta sin necesidad de columnas. De esta manera la entrada de iluminación natural en el espacio de oficinas no se ve obstaculizada por ningún elemento. Además, las pieles del edificio, tanto las fachadas como la cubierta, están acompañadas de grandes ventanales y tragaluces con sus respectivas protecciones solares para evitar el asoleo y el calentamiento del interior.

Gracias a estas estrategias el edificio consigue rebajar la demanda de luz artificial. La cual utiliza únicamente cuarenta y dos días del año.

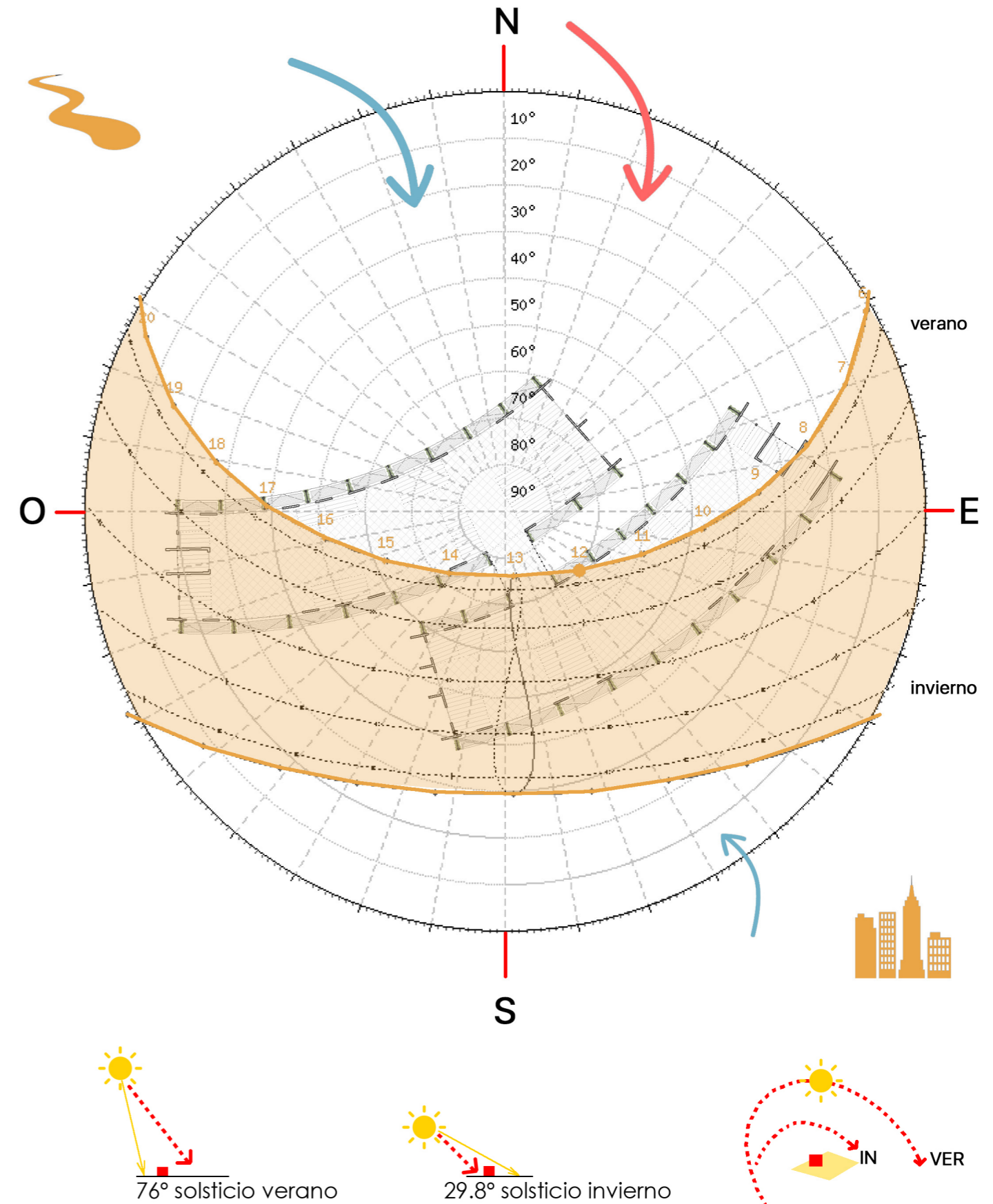


FIG 14. Carta solar 19

▪ Sistemas pasivos

Para alcanzar un nivel óptimo de confort tanto en invierno como en verano, el edificio se rige a partir de la premisa de arquitectura pasiva. Este tipo de arquitectura tiene como principal objetivo reducir al máximo posible la demanda energética del edificio mediante estrategias de diseño bien pensadas y construidas; incorporando temas como la acumulación de calor en invierno; el tener las zonas bien ubicadas según el uso que se imparta en ellas; favorecer la formación de ventilación cruzada; potenciar una correcta protección solar en verano; utilizar materiales con inercia térmica, aislamientos traspirables, juntas estancas y acristalamientos de alta eficiencia.

En verano la tarea principal consiste en refrigerar, controlar la radiación solar y los niveles de calentamiento. La vegetación de fachada protege del sol y ayuda a refrescar la temperatura interior del edificio gracias al efecto de la evaporación. Todas las ventanas del muro cortina son accesibles manualmente, y están colocadas de tal manera que permiten una correcta ventilación cruzada. Dichas aberturas se ven complementadas con unos sistemas activos motorizados para abrirlas automáticamente al detectar una temperatura exterior superior a los 21°.

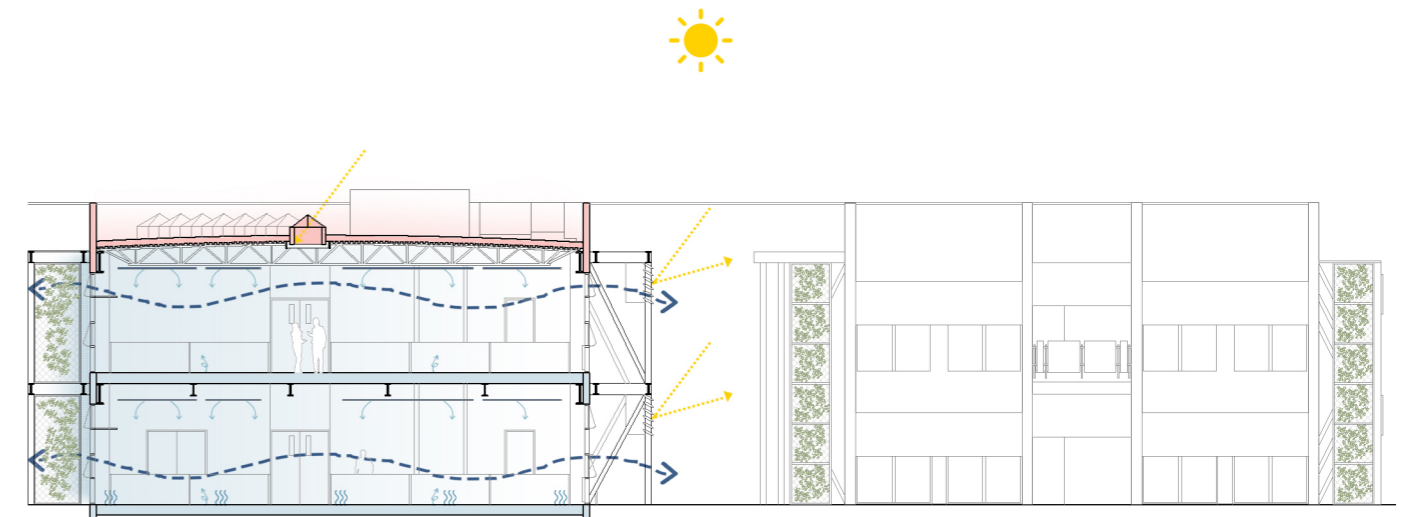
En invierno el quid de la cuestión está en dejar pasar la radiación solar para aportar luz y calor al interior. La vegetación de hoja caduca deja pasar el sol que calienta el espacio de oficinas. El muro cortina que conforma la envolvente vertical tiene una alta eficiencia térmica: es muy estanco y aislante lo que permite que las temperaturas interiores se mantengan y así conseguir un grado de confort óptimo.

El funcionamiento pasivo invierno-verano del edificio, viene acompañado de un sistema activo de paneles refrigerantes-radiantes instalado en el techo de cada planta, permitiendo rebajar hasta un 40% la demanda de calefacción.

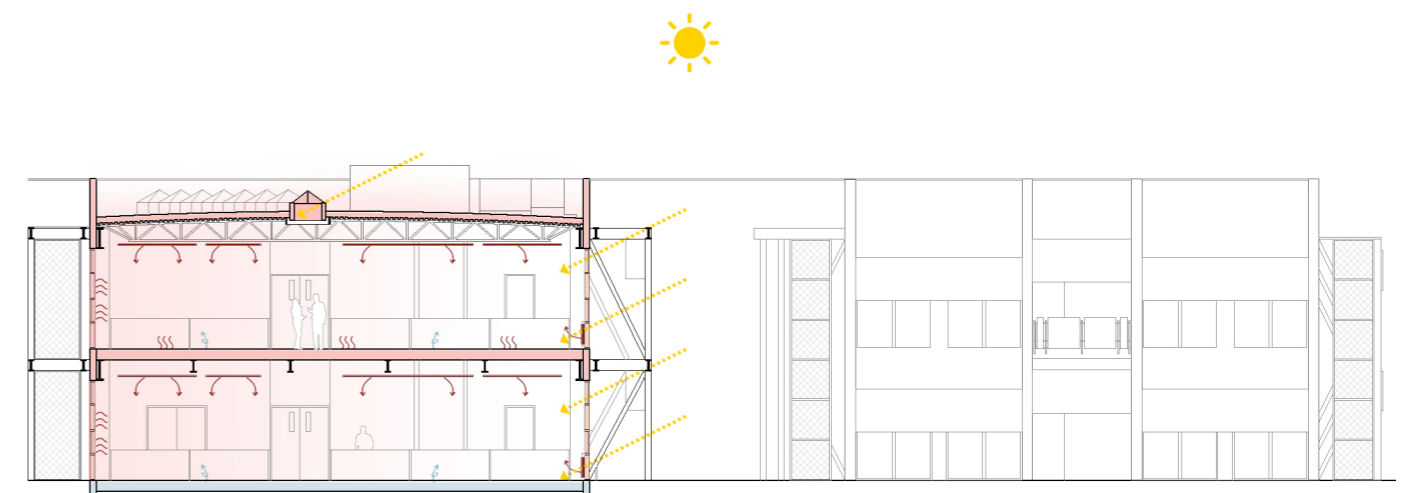
En época estival, este sistema purga el aire de las distintas dependencias por la noche y lo hace circular durante el día, de esta manera ayuda a completar una correcta refrigeración.

En invierno los paneles sirven para calefactar el espacio junto con los radiadores instalados en los paramentos verticales.

Como el clima no presenta apenas grados de humedad, este sistema puede colocarse perfectamente en el techo, ya que no habrá problemas de condensación.



Verano



Invierno

- **Sistemas activos:**

El edificio tiene el ademán de ser autosuficiente, es decir, abastecerse a sí mismo sin necesidad de estar plenamente conectado a la red pública de servicios, y únicamente utilizando fuentes de energía renovables.

- **Tecnología:**

A medida que los edificios envejecen, el rendimiento de los sistemas energéticos empeora. Para mantener, garantizar y optimizar su correcto funcionamiento; las redes de iluminación, calefacción, refrigeración, ventilación, electricidad y agua cuentan con la ayuda de un control de última generación.

Al ser sistemas monitorizados se extraen datos de ellos continuamente y se analizan los posibles fallos que puedan tener, de esta manera se puede predecir la vida útil de las maquinarias para repararlas o cambiarlas.

- **Clima**

Para elegir el sistema climático activo fueron determinantes las características del terreno. La Base Sostenible de la Nasa se encuentra encima de la falla de San Andrés, esto hace que el proyecto esté a merced de terremotos e, incluso, de salidas esporádicas de magma, cosa que permite utilizar de manera muy eficiente la geotermia. Gracias al gradiente térmico del suelo, que es la diferencia de temperatura entre el interior de la tierra y la superficie terrestre, se consigue aprovechar el calor del planeta para refrigerar y calentar el edificio dependiendo de la demanda.

Este sistema cuenta con cien pozos enterrados a cuarenta y dos metros y medio que mantienen el agua a una temperatura constante de 14°C. Para el correcto funcionamiento de la calefacción y agua caliente sanitaria, se cuenta con unas placas solares térmicas situadas en cubierta. Dichas placas son las encargadas de captar la radiación solar y convertirla en calor. Gracias al intercambiador de calor, se calienta el agua destinada a utilizarse. Esta agua se guarda en un acumulador a la espera de ser consumida. Mediante las respectivas tuberías el agua es reconducida a los distintos puntos de salida. El panel de control regula térmicamente el circuito.

Los pozos geotérmicos, las bombas de calor, los intercambiadores y los paneles aumentan un 70% la eficiencia de este proyecto respecto a otros edificios con sistemas más convencionales.

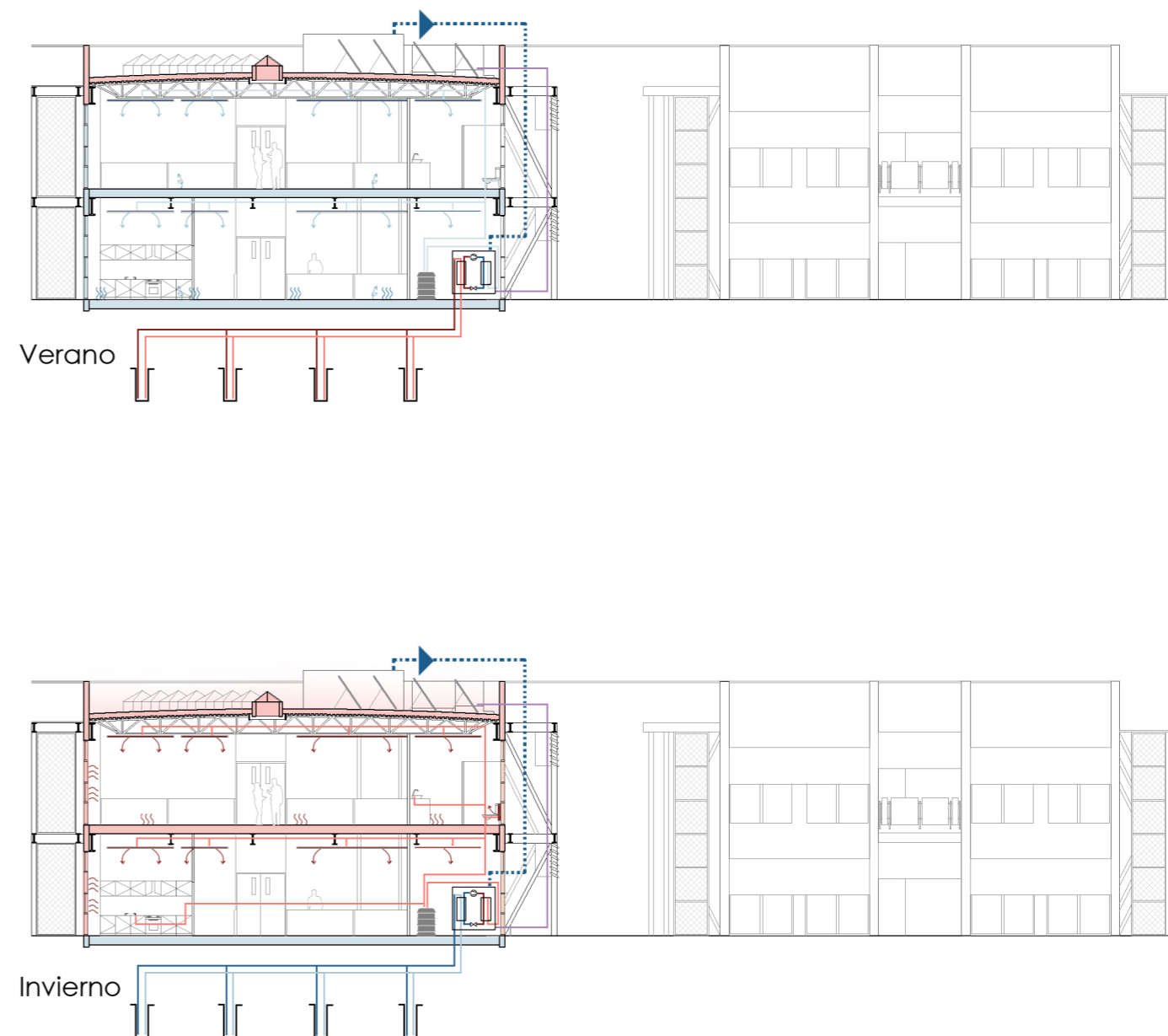


FIG 16. Esquemas del funcionamiento climático activo: Geotermia

- **Fontanería y saneamiento**

Para aprovechar y optimizar el uso del agua se plantea un sistema de tuberías dual, es decir, dos redes de suministro de agua totalmente diferenciadas.

El primer circuito es para aguas grises no potables provenientes de la zona subterránea del terreno y de la lluvia. Esta agua se recoge y almacena en un depósito. Antes de ser usada se filtra para eliminar posibles impurezas. Una vez filtrada iría a parar a los sanitarios y electrodomésticos. También se utilizaría para regar la vegetación a partir de un sistema de riego por goteo. Esta forma de riego consiste en ir proporcionando el agua gota a gota, de esta manera se ahorra su uso, ya que no se evapora con tanta facilidad.

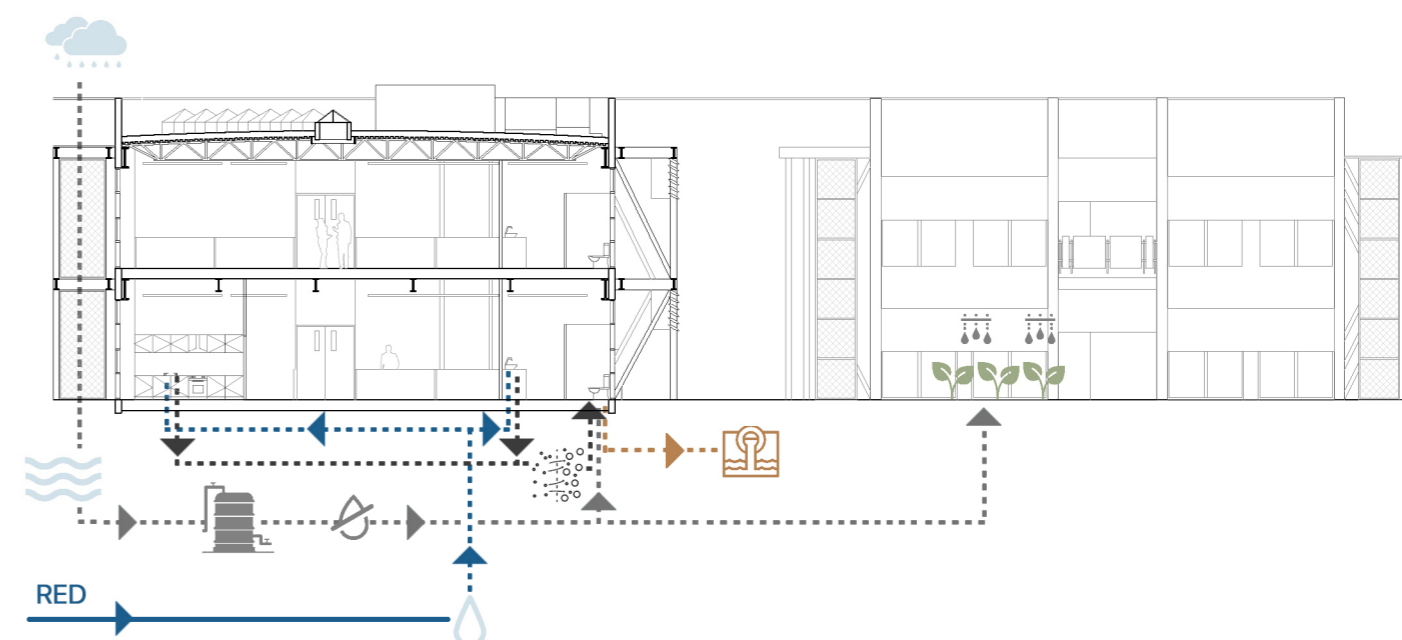
El segundo circuito, suministra agua potable al edificio a partir de la red pública de la ciudad. Una vez se ha utilizado el agua, en vez de ir a parar al alcantarillado, se vuelve a reutilizar en inodoros y urinarios a partir de un proceso de reciclaje por osmosis inversa. Este sistema consiste en forzar el paso del agua gris a través de una membrana semipermeable, reteniendo cualquier tipo de suciedad que ésta pueda contener.

- **Electricidad**

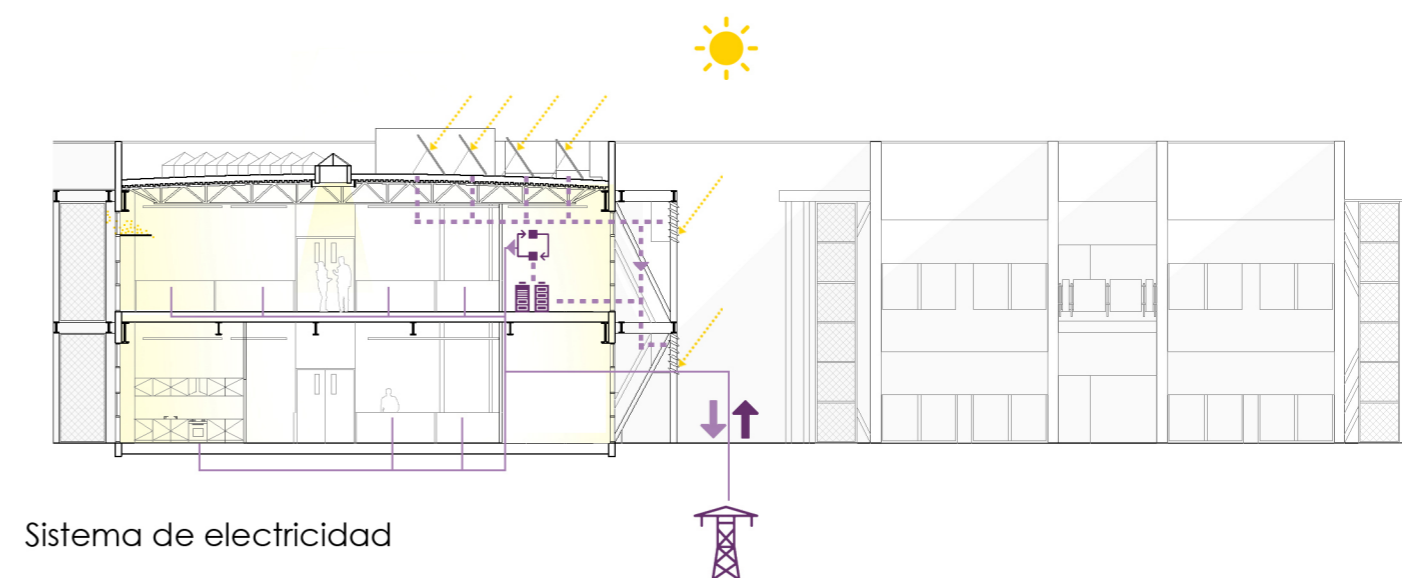
El sistema eléctrico se nutre de la energía obtenida a partir de placas fotovoltaicas. El edificio cuenta con cuatrocientas treinta y dos placas repartidas en veinticuatro cadenas de nueve módulos cada una. Se encuentran situadas en la cubierta, y convierten la luz solar captada en energía eléctrica. Esta energía se recolecta y reconduce a unas baterías de almacenaje. Posteriormente pasan por el inversor que convierte la corriente continua del campo fotovoltaico en corriente alterna para poder ser utilizada.

Este sistema consigue abastecer un 30% de la demanda energética del edificio. Por ello está conectado a unos contadores bidireccionales que permiten mantener una relación directa con la red pública de la ciudad. Cuando el edificio genera más electricidad de la necesaria, la cede, y cuando tiene exceso de demanda, se nutre de la red.

Todo el sistema eléctrico y de iluminación del edificio está autocontrolado para conseguir un ahorro energético del 50% respecto a un edificio convencional.



Sistema de fontanería y saneamiento



Sistema de electricidad

- **Diseño constructivo y materialidad:**

Siguiendo la filosofía del despacho de arquitectos William McDonough and Partners, todos los materiales que conforman el edificio mantienen las directrices de una arquitectura sostenible: son durables, resistentes, reciclables y reutilizables. Además, las uniones entre ellos son en seco, para poder recuperarlos y desmontarlos fácilmente sin implicar un gasto energético excesivo.

Todos los productos son locales, por tanto, las emisiones de CO2 y gases efecto invernadero equivalentes al transporte disminuyen considerablemente. Directamente la huella de carbono y ecológica y la densidad energética también se ven reducidas.

La estructura del conjunto está formada por un exoesqueleto exterior de acero. Se plantea por fuera del edificio, no solo para permitir una mayor entrada de luz como bien se ha explicado en el apartado de funcionamiento pasivo, sino también para facilitar el desmontaje y/o posible reparación. El esqueleto también proporciona una alta resistencia sísmica porque la zona es propensa a sufrir terremotos.

La fachada está formada por unos paneles metálicos que incorporan una tecnología avanzada de protección contra la humedad y por un muro cortina con alto rendimiento térmico, estanqueidad y elevada resistencia frente a fenómenos atmosféricos. Los vidrios de las aberturas tienen baja emisividad y un control solar alto.

Los elementos de protección solar, tanto los estores interiores como las lamas exteriores, también cumplen los requisitos establecidos de materiales ecológicos y respetuosos con el medio ambiente.

El suelo de los espacios de oficina está compuesto por un 75% de vidrio reciclado. No llevan incorporados ningún producto químico o dañino ni para nuestra salud ni para el planeta. Es resistente tanto al calor como a los rayos ultravioletas del sol. El pavimento de las zonas comunes es de madera de roble blanco y se recuperó de un túnel de viento de 1953.

Para una mayor garantía, todos los elementos que conforman el edificio cuentan con el abal de un certificado Cradle to Cradle, LEED o ambos.

A continuación, se explica más detalladamente en qué consisten estos documentos.

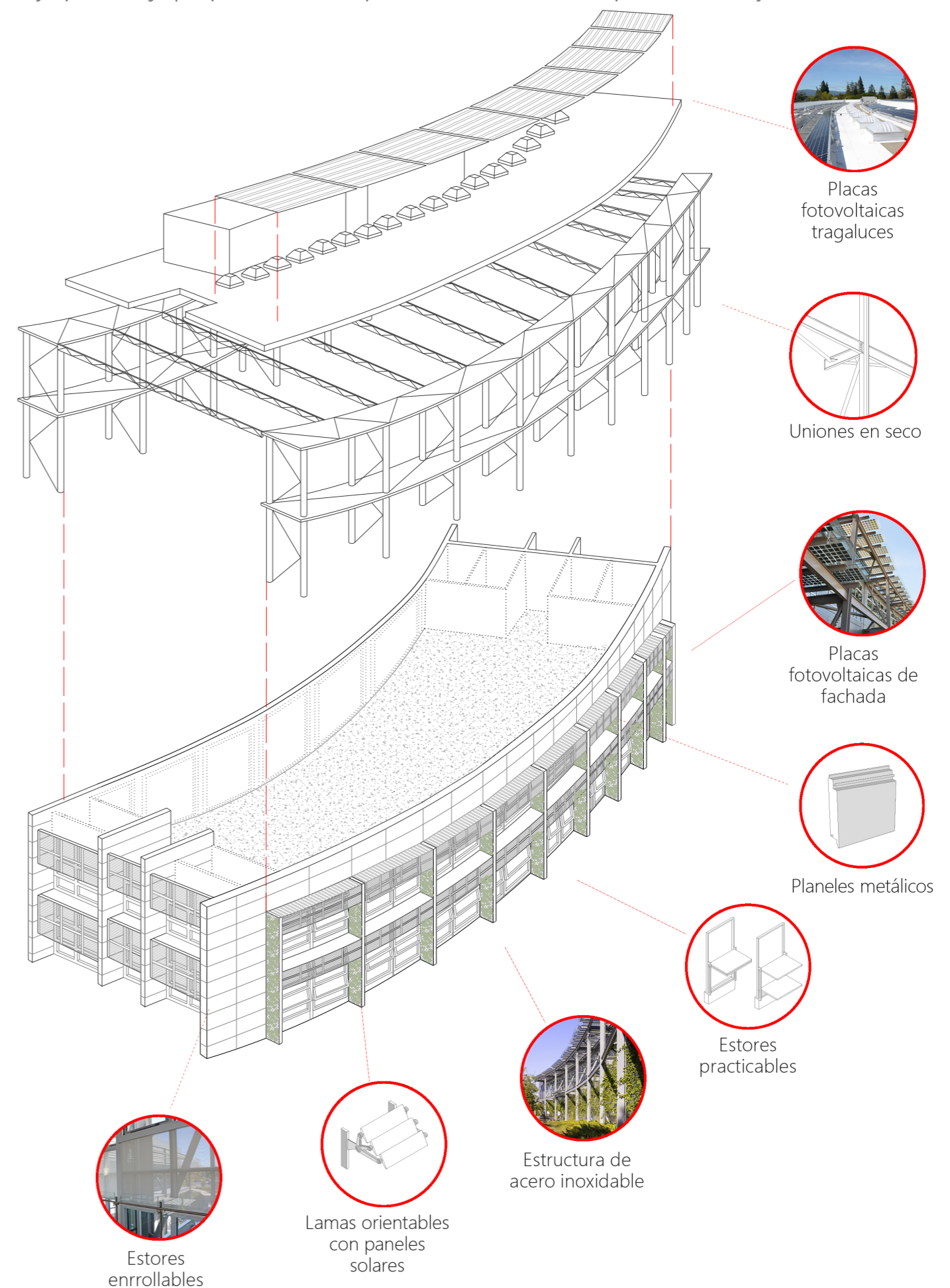


FIG 18. Axonometría de materialidad y estructura 23

▪ **Certificación Cradle to Cradle:**

La traducción del concepto “Cradle to Cradle” significa de la cuna a la cuna.

Consiste en mantener en la mayor medida posible los productos en el ciclo constante de vida útil. Este término se le atribuye a al arquitecto suizo Walter Stahel durante los ochenta. Posteriormente ha sido rescatado, afinado y perfeccionado por el químico alemán Michael Braungart y el arquitecto William McDonough, responsable del proyecto de la Base Sostenible de la Nasa que estamos explicando.

La certificación de productos “Cradle to Cradle” es extensa y minuciosa. Requiere un cambio tanto en la manera de diseñar un producto como en repensar su posterior ubicación después de su ciclo vital. En definitiva, es un sistema de guía para los fabricantes.

Para obtener el certificado, se evalúa el desempeño social y ambiental del material durante todo su proceso de fabricación. Tiene cinco categorías y se puede obtener la validez en todas ellas o por separado (FIG 19):

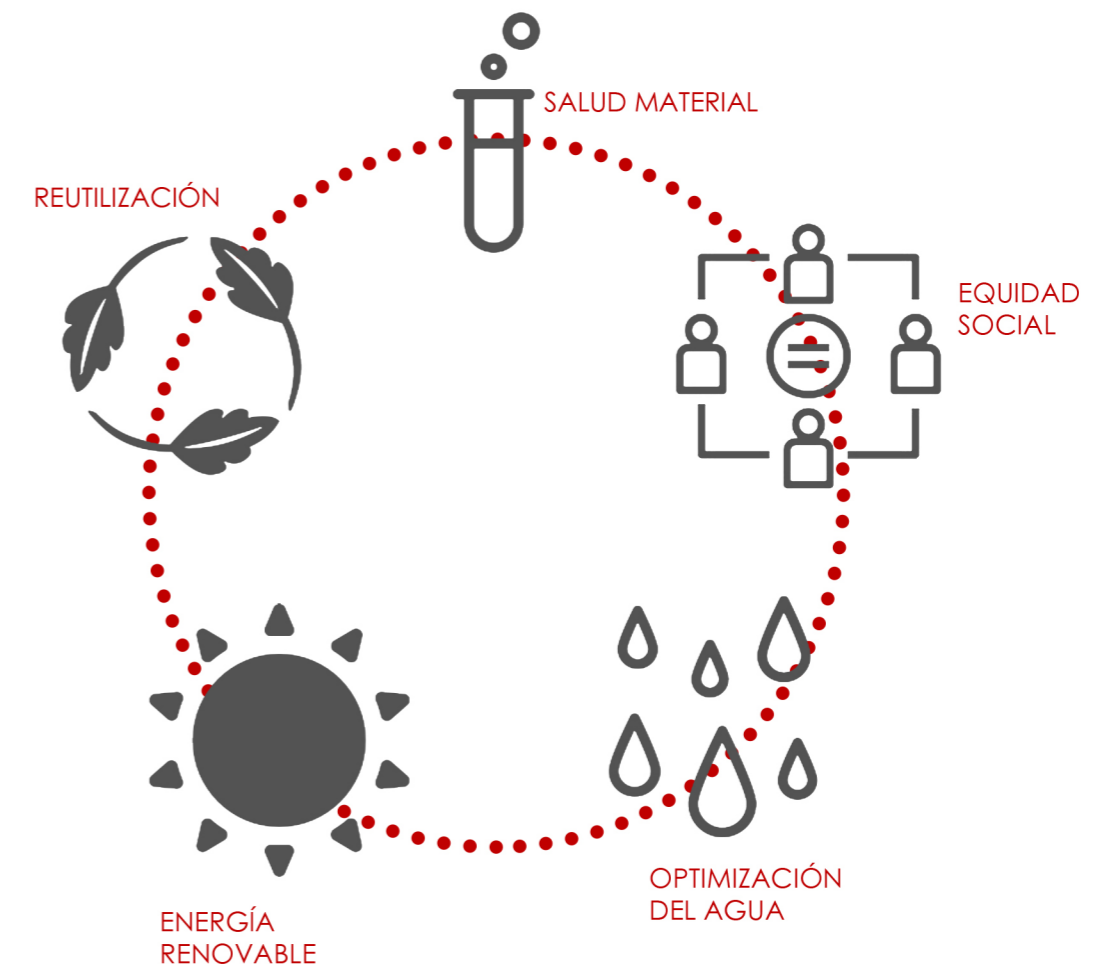
1. Salud material: los productos deben estar elaborados sin materiales tóxicos o dañinos tanto para nuestra salud como para la integridad del planeta
2. Reutilización del material. Los elementos deben mantenerse perpetuos en ciclos constantes de uso y reutilización. Se elimina el concepto de desperdicio.
3. Energía renovable y gestión del carbono. Los productos deben fabricarse con energías renovables y durante este proceso reducir o eliminar el impacto de gases efecto invernadero.
4. Administración del agua: consiste en optimizar este recurso. Cuanto más se aproveche mejor.
5. Equidad social: las operaciones comerciales del material deben honrar a las personas y entornos naturales afectados por la fabricación de éste.

▪ **Certificación LEED:**

Consiste en otro método de evaluación. A diferencia del anterior, este se centra únicamente en el campo de la arquitectura y la construcción. Puede extrapolarse tanto a edificios existentes como a nuevas construcciones.

1. Se valora la eficiencia energética y el rendimiento de los sistemas de funcionamiento
2. Se tiene en cuenta las características de los materiales y su diseño constructivo.
3. Y se evalúa la calidad del aire interior.

Dependiendo del grado de sostenibilidad y eficiencia de los elementos y su proceso constructivo se puede obtener la calificación bronce, plata, oro y platino. Ordenadas de menor a mayor calidad.



- **Conclusiones del proyecto:**

Como puede comprobarse la Base Sostenible de la Nasa es un claro ejemplo de arquitectura sostenible. Gracias a una planificación urbanística de Sunnyvale respetuosa con el medioambiente, un uso correcto de los materiales y su disposición, y el buen funcionamiento de los diferentes sistemas; se consigue proyectar de forma sana para refrenar la crisis medioambiental.

El edificio también tiene una fuerte componente social: conseguir el bienestar de los trabajadores es uno de los objetivos principales del proyecto. Su ejemplo está en la atención prestada a la riqueza de los espacios conseguidos: la amplitud de éstos y su cercanía a puestos de servicio, las conexiones establecidas entre el interior y el exterior, el trabajo invertido en las zonas al aire libre, las calidades del aire, iluminación y ventilación conseguidas en los ámbitos de trabajo... Todo ello comporta grandes beneficios para la salud humana, mejora su rendimiento y estado de ánimo y aumenta sus niveles de biofilia. La biofilia es el sentimiento humano por mantener un contacto directo con la naturaleza. Está demostrado que incrementa los niveles de felicidad y productividad. (FIG 20)

Es cierto que este proyecto consigue aplicar la sostenibilidad y poner en práctica muchos de los conceptos expuestos cuando comentábamos posibles alternativas adoptables por la arquitectura; pero no debe verse como un ejemplo a seguir rigurosamente. Se ha escogido para formar parte del análisis porque estudiándolo se abren las puertas a un completo aprendizaje sobre la manera de actuar respetuosamente con el planeta.



FIG 20. Collage del paisaje exterior

Es muy positivo que todos los materiales de la Base Sostenible de la Nasa estén abalados por certificados que potencian una práctica ecológica, pero no todas las empresas de manufactura, constructoras o despachos de arquitectura del mundo pueden permitirse el coste y el tiempo necesarios para conseguir dichos documentos. Además, el trámite para obtenerlos no es fácil del todo. También es preciso comentar, que, pese a presentar documentación que acredita la sostenibilidad de los materiales del proyecto, para obtener los elementos metálicos o de acero inoxidable es necesario invertir un gran gasto energético durante su proceso de fabricación. Dicho gasto, en este caso se ve compensado con el incremento de la durabilidad y resistencia que le aportan estos materiales al edificio.

Es un proyecto formado a partir de elementos, maquinarias y sistemas manufacturados, es decir, todos han sido creados en fábricas y, por tanto, se ha echado mano a algún que otro recurso proveniente de la litosfera. Esto se traduce, aunque sean bajos, en niveles de polución, contaminación y emisiones.

Tampoco cabe olvidar el presupuesto de ni más ni menos 26 millones de euros con el que contaban los arquitectos, ni la ayuda brindada por la Nasa para incorporar su propia tecnología en los sistemas automatizados y energéticos. Está claro que únicamente un porcentaje reducido de privilegiados podría gozar de tales ventajas.

Si queremos que la arquitectura empiece a cambiar a nivel global, las opciones para ello deberían ser accesibles y alcanzables por la inmensa mayoría. Quizás no es necesario contar con un capital muy elevado ni invertir en alta tecnología para obtener grandes resultados. Veamos pues un caso donde también consigue implantarse una arquitectura “verde” pero de manera totalmente diferente.



FIG 21. Chino, Mike [Web Inhabitat], 2012. *Fotografías del interior*



FIG 22. Autor desconocido [Web Al Borde arquitectos] 2009. *Escuela Nueva Esperanza*

4.1. Casos de estudio.

4.1.2. Escuela Nueva Esperanza: Sensibilidad y beneficio humano, valor de la arquitectura vernácula

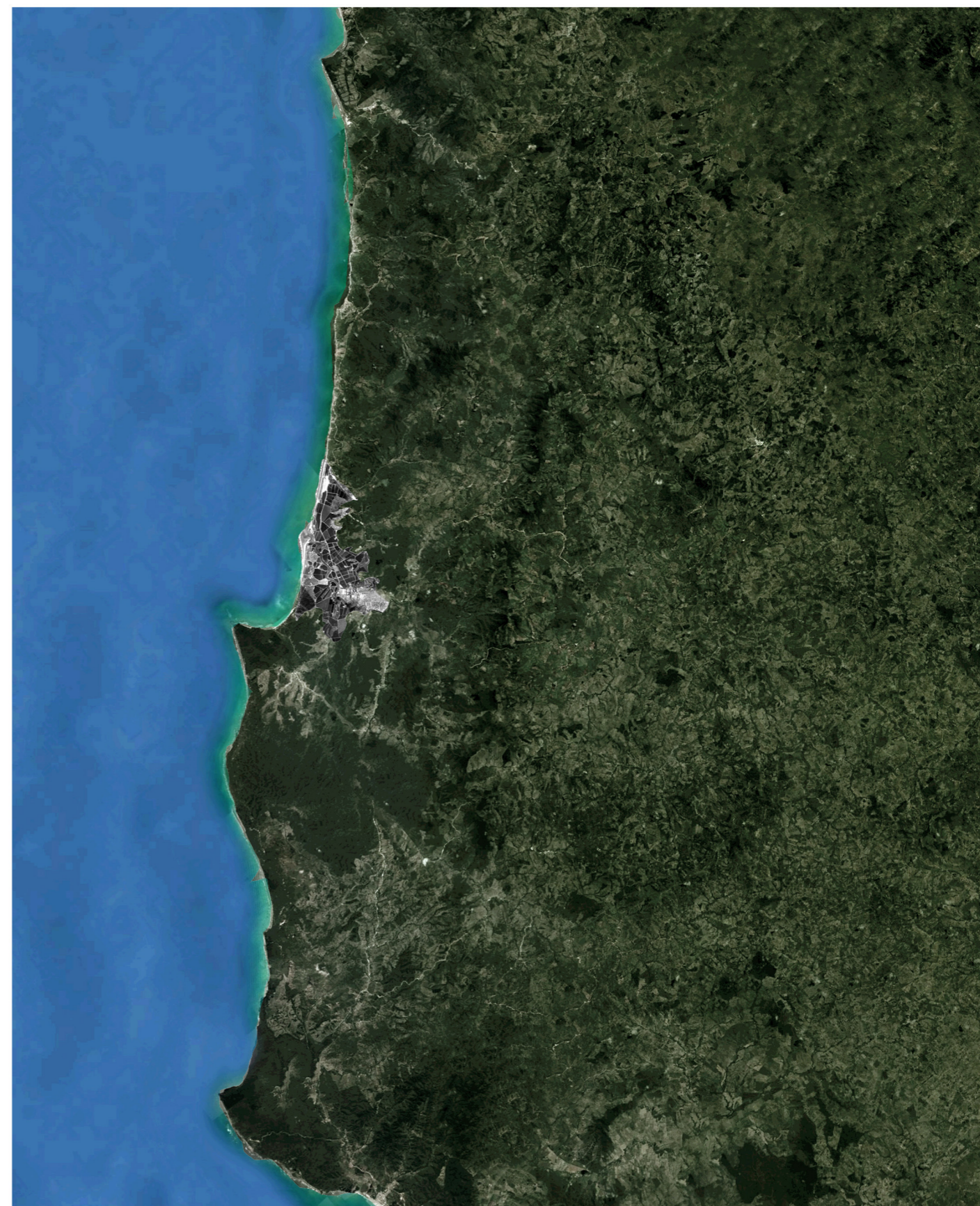
- **Contexto geográfico:**

El proyecto se encuentra a orillas del océano Pacífico, en la zona del Cabuyal, a cincuenta kilómetros de la población más cercana, Jama. Todo ello forma parte de la provincia de Manabí, al oeste de Ecuador. Esta zona se caracteriza por estar rodeada de una naturaleza abrupta, bosques vírgenes y una gran abundancia de flora y fauna. (FIG 23)

Ecuador es uno de los países que se encuentra justo encima del denominado Cinturón de fuego del Pacífico. El cinturón es una especie de anillo que recorre gran parte de las costas del océano Pacífico y se caracteriza por tener una alta peligrosidad sísmica y volcánica asociada al hundimiento de la placa tectónica Nazca bajo el borde de la placa Sudamérica.

El Cabuyal es uno de los sectores más despoblados del país. Se considera un lugar joven, fundado hace apenas ochenta años. La localidad donde se encuentra el proyecto está alejada de todo, no hay ninguna población cercana en un radio de treinta kilómetros. Tampoco consta ni de suministro de agua, ni transporte público, teléfono u internet. La red eléctrica se instaló hace apenas unos años.

Se calcula que hay una población de unas ciento cincuenta personas aproximadamente agrupadas en veinticinco familias. Se dedican mayoritariamente a la pesca, agricultura y ganadería local.



0m 10000m 20000m 30000m



FIG 23. Plano de situación:
contexto geográfico. E 1:25000

La única vía de conexión posible del proyecto al núcleo urbano más cercano es un camino de tierra que se encuentra a unos kilómetros andando a través del bosque. Este sendero comunica con una carretera que permite llegar a la ciudad de Jama. (FIG 25)

▪ **Contexto social y económico:**

Según los datos demográficos del INEC de Ecuador (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos), el 60.5% de la población del cantón de Jama es joven, con edades comprendidas entre los 10 y 24 años. El porcentaje de mujeres y hombres es bastante equitativo, se calcula que un 51.24% es hombre y un 48.76% es mujer. La mayoría de la población se encuentra en edad de trabajar. El promedio de la ciudadanía escolarizada en el ámbito rural de Jama es del 6.84%. Puede afirmarse que los niveles de alfabetización de la zona son muy altos. (FIG 24)

Según el IAEN, instituto de Altos Estudios Nacionales de Ecuador, el nivel de pobreza por falta de insatisfacción de necesidades básicas en la provincia de Manabí es del 62.7%, el cual es superior al promedio nacional, que es del 45.8%. El PIB de dicha zona es de 1.694 millones de dólares, ocupando así el quinto lugar a nivel nacional. (FIG 24)

Como puede observarse, los datos demográficos corresponden claramente a un país en vías de desarrollo.

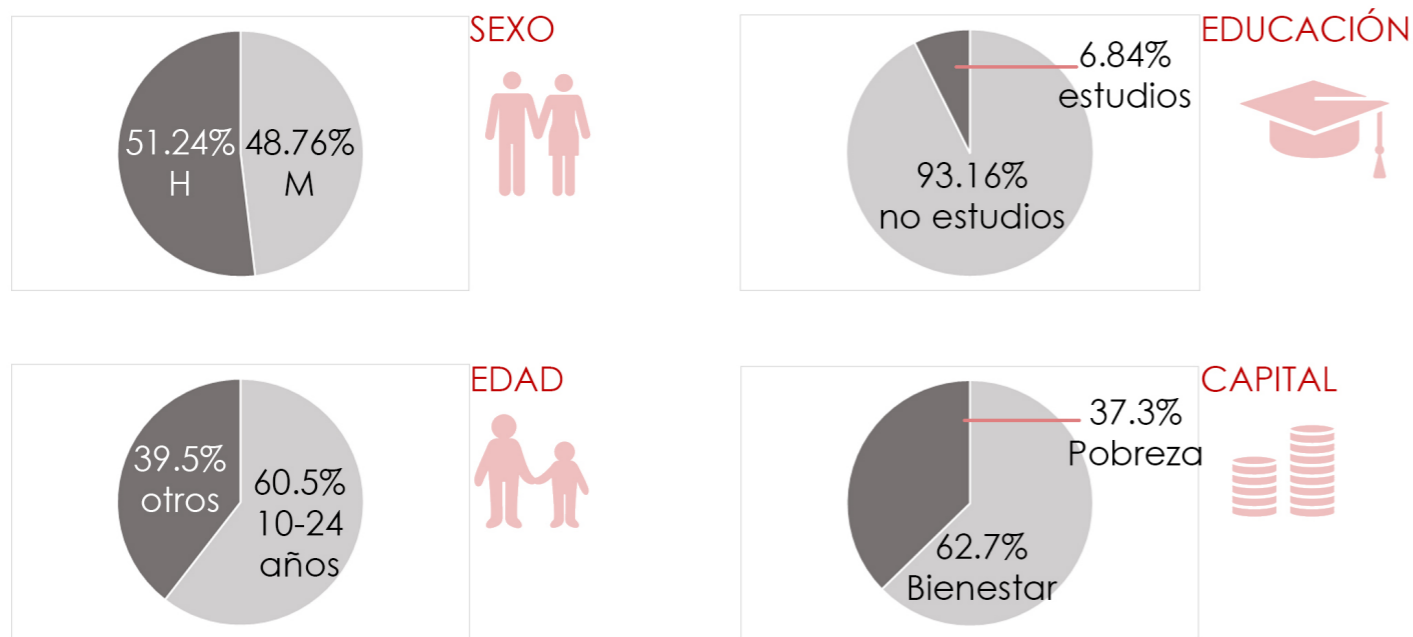


FIG 24. Datos demográficos de la provincia de Manabí

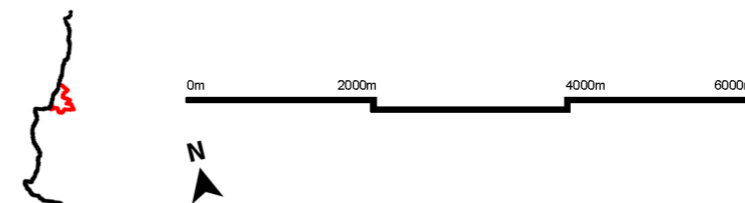


FIG 25. Plano de situación: contexto urbano. E 1:8000

- **Breve introducción y descripción del proyecto:**

La escuela Nueva Esperanza es el nuevo centro de formación para la población autóctona de la zona.

Se encuentra emplazado en la playa, a pocos pasos del Océano Pacífico. Las distintas dependencias que conforman el programa de la escuela se encuentran repartidas entre las cabañas. Debido a su geometría, estos módulos se encajan perfectamente los unos con los otros desplegándose horizontalmente y creando una fachada continua frente al océano. A pesar de la exuberante altura de cada uno de los cubículos, tan solo tienen una planta. Las piezas se encuentran orientadas hacia el oeste. (FIG 26)

Para llevar a cabo este proyecto de tal manera que se alterara lo mínimo posible el entorno natural donde se encuentra, se estudió minuciosamente la topografía del terreno para escoger la mejor implantación y así colocar los edificios estratégicamente. La superficie donde se emplaza la escuela tiene una ligera pendiente descendiente hacia el oeste, donde se encuentra el océano. Gracias a los mástiles que soportan cada una de las bases, las distintas piezas que conforman la escuela se levantan más o menos del suelo para adaptarse correctamente a esta inclinación del terreno. (FIG 27)

El programa de la escuela alberga la posibilidad de poder cursar preescolar, primaria, secundaria y bachiller. Para ello, cuenta con un área para adolescentes; espacios destinados a las actividades de los padres; una plaza pública cubierta que se utiliza temporalmente como auditorio, una cocina, una biblioteca y espacios de taller; un pequeño ático como sala de juegos; zonas de reunión para la comunidad y áreas para potenciar el desarrollo del campus. Gracias a la forma geométrica, el proyecto puede continuar ampliándose las veces que hagan falta.

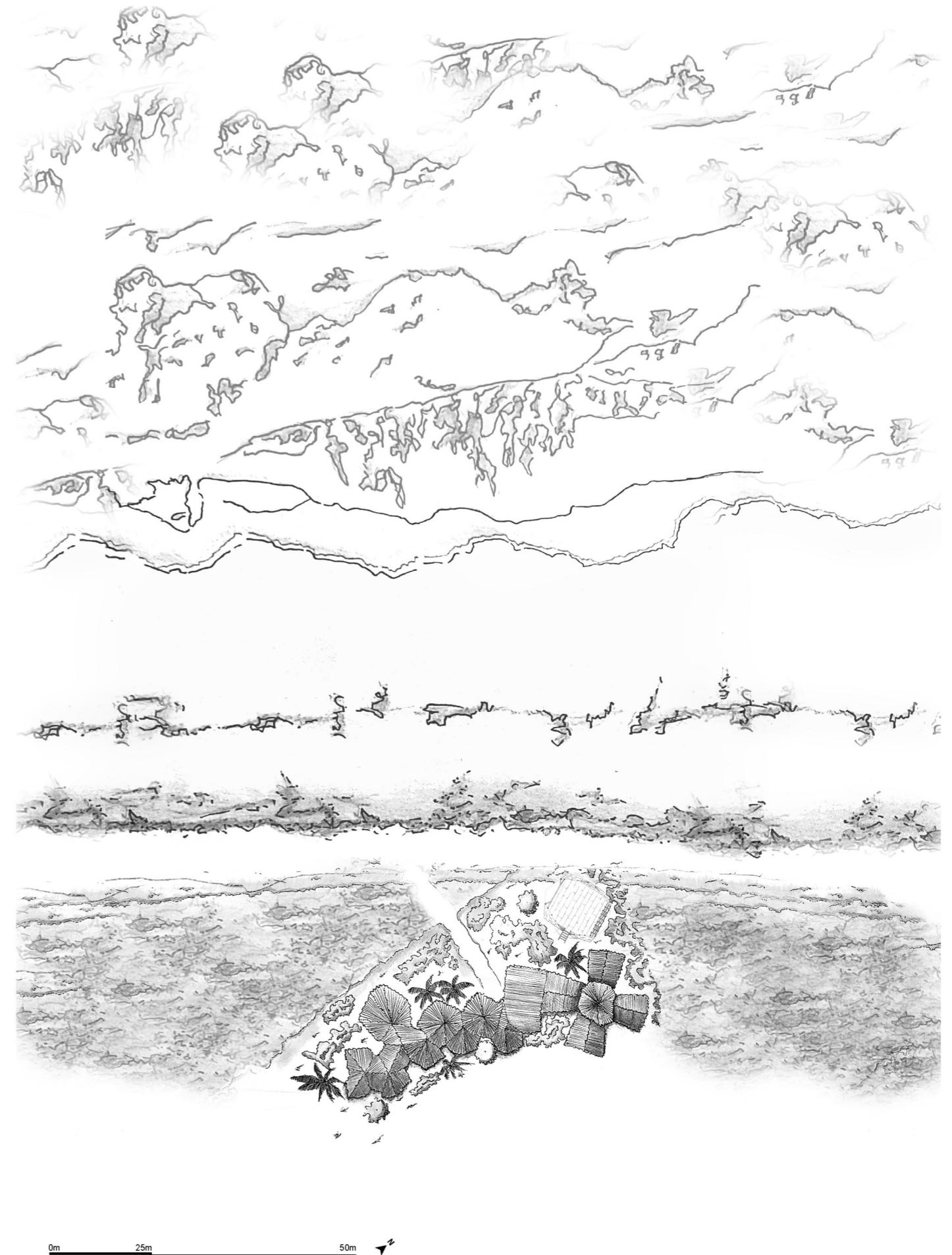


FIG 26. Planta con entorno cercano
E 1:1200

- **Necesidades del encargo:**

El proyecto fue encargado por la propia población del lugar. Hasta el momento, habían estado usando una cabaña muy pequeña para dar clases. Con la llegada del nuevo profesor al Cabuyal, la forma de enseñar dio un giro de 180 grados. Para Felipe, el maestro de la zona, la manera de instruir que se había estado impartiendo hasta el momento era demasiado disciplinada, así que buscó nuevos métodos más innovadores con los que los niños prestaran atención y se sintieran más motivados para aprender. Fue en ese momento cuando el mismo profesor se puso en contacto con el estudio de Al Borde arquitectos para encargarles el proyecto de la nueva escuela. El centro formativo debía ir en consonancia con esta nueva manera de enseñar. Es por ello, que las premisas establecidas por la ciudadanía fueron las siguientes:

1. La escuela debía mantener un contacto directo con el exterior. Hasta ahora, todos los centros formativos estaban contruidos con bloques de hormigón y tenían pequeñas ventanas las cuales estaban "protegidas" con barrotes. Este diseño no incentivaba la motivación de los pequeños, sino todo lo contrario, ya que parecía que fueran a la cárcel en vez de al colegio.
2. El centro debía ser activo y fomentar el aprendizaje, la imaginación y la creatividad. Todo ello promovido por la motivación de uno mismo y la autonomía.

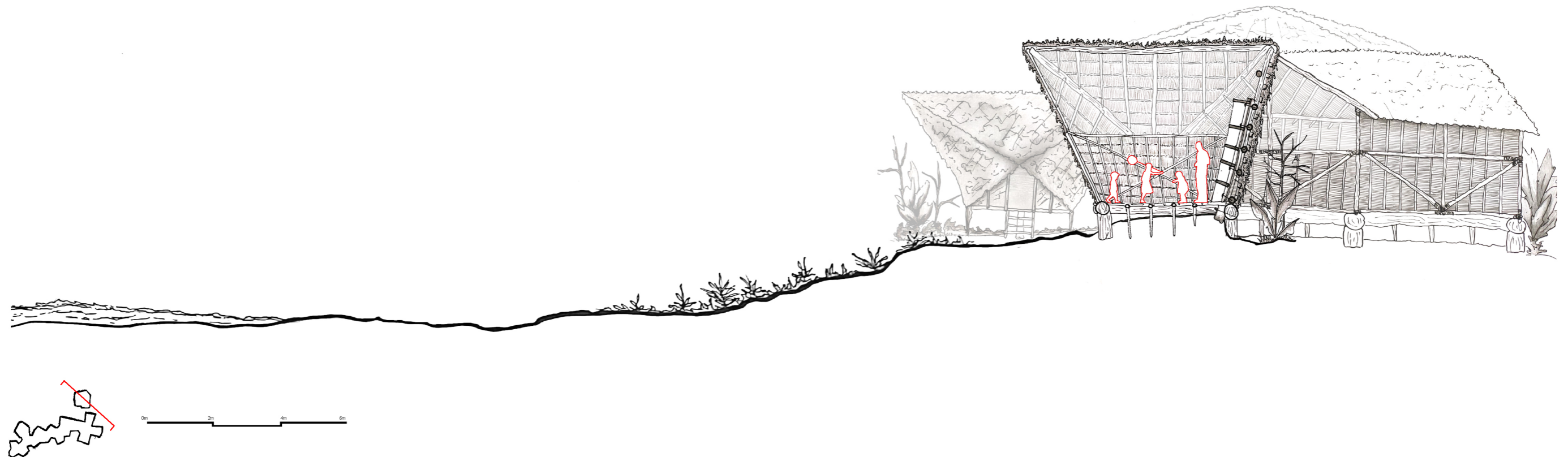


FIG 27. Sección transversal
E 1:120

En este primer encargo, se construyó una cabaña con unas dimensiones de tres por cuatro metros y una capacidad únicamente para nueve niños. Poco a poco, la innovadora forma de instruir, pero sobre todo el éxito que cosechaba la nueva escuela entre la juventud fue llamando la atención de las familias de la zona. Todos los padres querían llevar a sus hijos a la escuela. Al ser el único punto de enseñanza en kilómetros, su capacidad resultó ser insuficiente para acoger a todos los niños y por ello se amplió.

Para la segunda fase, los arquitectos contaron con la ayuda de un antropólogo (científico especialista en el estudio del comportamiento humano en sociedad), para saber sacar partido a los recursos de la zona y resolver las inquietudes de la población. Esta ampliación sirvió para dar cabida a los estudiantes de secundaria y a ciertos programas escolares complementarios a las aulas, como la biblioteca o el auditorio.

Fue en la tercera fase del proyecto donde los arquitectos realizaron el ejercicio más generoso en todo su esplendor: renunciar al encargo para que, con las directrices, indicaciones y sugerencias constructivas, proyectuales y técnicas dadas en las anteriores etapas; la población del lugar liderase esta parte completamente solos y por méritos propios.

La primera etapa se terminó en 2009 y la última en 2016. Para desarrollar todas las fases se contó con un ajustado presupuesto de doscientos cincuenta dólares, cosa que agudiza el ingenio y obliga a pensar minuciosamente los materiales, técnicas y diseños constructivos adecuados. Por lo que no es casual el tipo de arquitectos elegidos para desempeñar la obra y las premisas de arquitectura popular establecidas para llevarla a cabo.



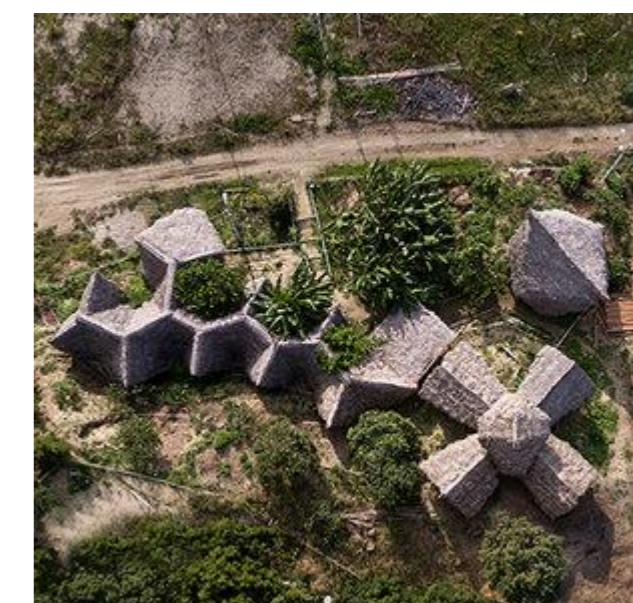
Fase I



Fase II



Fase III



Total de fases del proyecto

Los arquitectos encargados de llevar a cabo la escuela son el joven despacho ecuatoriano Al Borde Arquitectos (FIG 29). Este estudio resuelve todos sus proyectos con lo estrictamente necesario, basándose en una arquitectura vernácula y utilizando únicamente materiales reciclados y/o locales. Prestan vital importancia a la capacidad autónoma de las personas y al bienestar de los usuarios. Por eso, a parte de estas dos condiciones que ponía la población para desarrollar la primera fase del encargo, los arquitectos sumaron una más: fomentar el aprendizaje mutuo entre ellos y la población. Es decir, trabajaron mano a mano en el proyecto sumando los conocimientos formales de los arquitectos con el entendimiento de la gente sobre técnicas constructivas locales y características de los materiales. Debido a la alta tasa de analfabetismo extendida entre la población, el proyecto se desarrolló a partir de maquetas y prueba-error, sin necesidad de planos ni medida alguna. Esta manera participativa de proceder permitió que la ciudadanía se viera implicada y sintieran suyo el proyecto, hasta tal punto que este edificio es cuidado por todas las familias del lugar. Semanalmente, éstas se reparten y turnan las tareas de limpieza y mantenimiento del colegio, y se encargan de cocinar diariamente para todos y cada uno de los niños.



FIG 29. Autor desconocido [Web Al Borde arquitectos] Año desconocido.
Pascual Gangotena, David Barragán, Marialuís Borja, Esteban Benavides (de izquierda a derecha)

▪ **Ordenación y clasificación urbanística:**

La actividad sísmica en Ecuador es uno de los puntos claves que se regulan en la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), última versión actualizada en diciembre de 2014. Hasta antes del 16 de abril de 2016, no se había producido ningún accidente grave causado por un terremoto. De hecho, habían pasado más de veinte años desde el último suceso (en 1997, en la Bahía de Caráquez, se alcanzó una magnitud de 7.1 en la escala de Richter).

El terremoto ocasionado en el cantón Pedernales hace cinco años en la provincia de Manabí, donde se encuentra la escuela, dejó numerosos daños materiales entre ellos aproximadamente 7000 edificios derruidos (FIG 30); razón por la cual el gobierno ha decidido endurecer, actualizar y mejorar las normativas urbanas para garantizar una seguridad estructural de los edificios frente a sismos.

Dicha regulación contempla desde la manera correcta de proceder con el estudio geotécnico y cimentaciones, hasta el tipo de cargas adecuadas a tener en cuenta. También tiene capítulos destinados a la rehabilitación sísmica de edificios preexistentes que no cumplan con la actualización de los reglamentos constructivos actuales.

La Escuela, objeto de nuestro estudio, consigue cumplir con la normativa urbanística gracias a la eficiencia de la arquitectura local. Mientras en 2016 otras arquitecturas de hormigón de la zona quedaron devastadas, el colegio se mantuvo intacto sin sufrir un solo daño.

Además del NEC, cada municipio del país cuenta con sus propias leyes de construcción. Hay que decir que en Puerto Cabuyal dichas regulaciones son prácticamente inexistentes en contraposición con otras zonas más pobladas del país, como podría ser en la ciudad de Quito, donde controla hasta el color del inmueble.

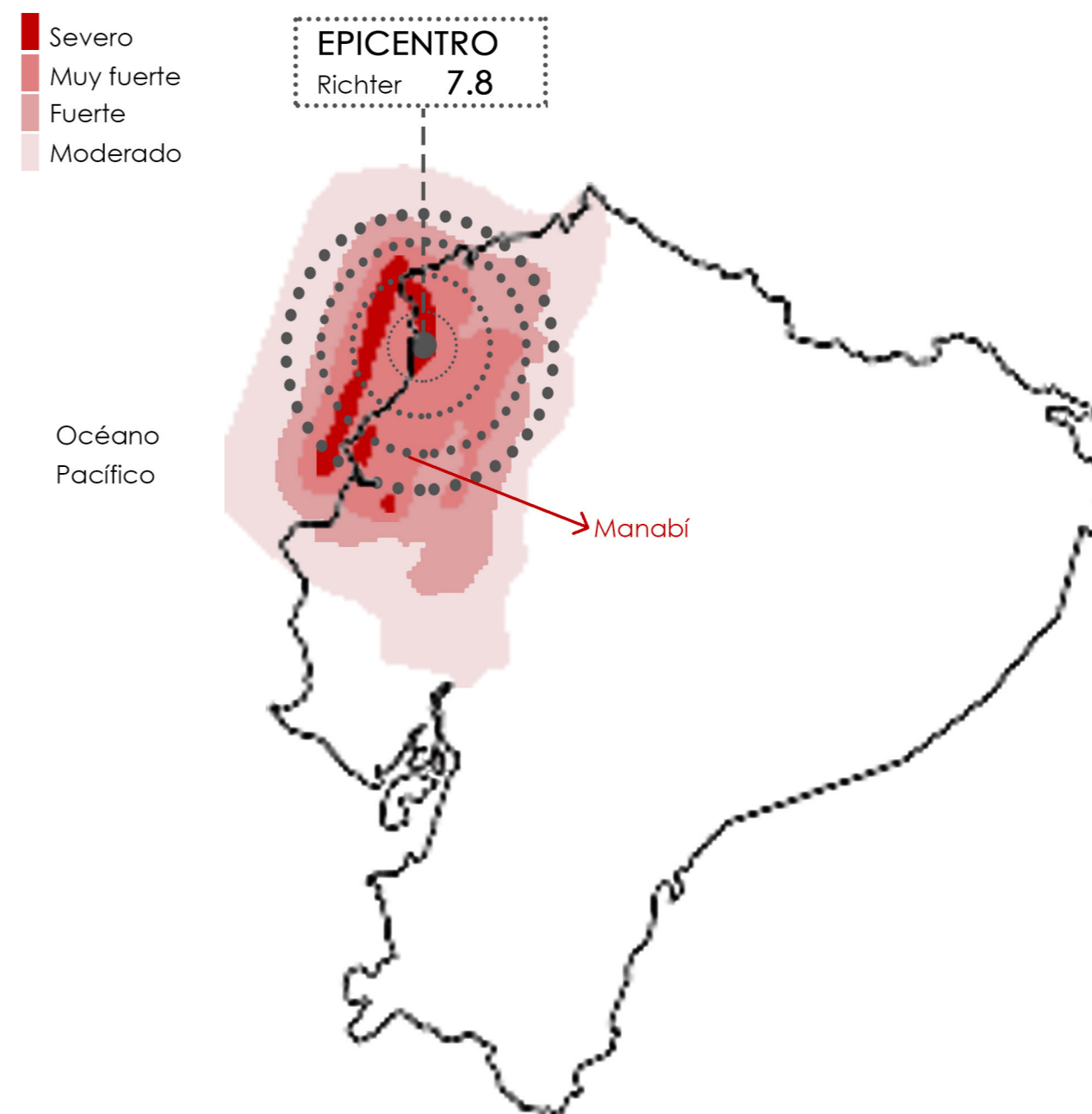


FIG 30. Incidencia del terremoto del 16 de abril de 2016 en el cantón de Pedernales

- **Funcionamiento energético:**

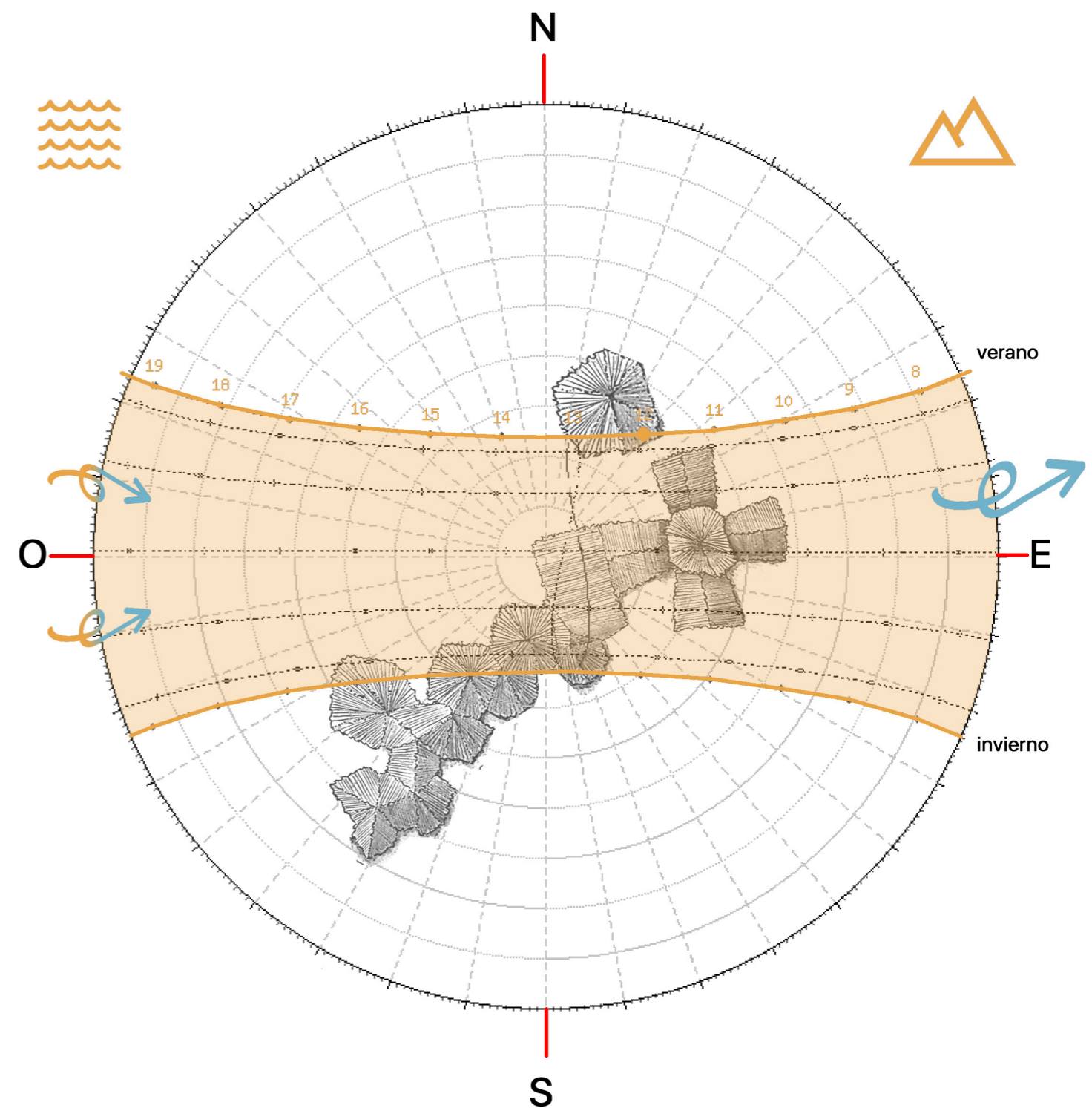
- **Clima**

La zona del Cabuyal donde se encuentra la escuela presenta un clima cálido seco tropical. Este clima se caracteriza por tener una temperatura media anual constante de 22°C donde la mínima no baja de los 18°C. La estación húmeda es corta y las lluvias con escasas pero abundantes, con precipitaciones medias entre 300 y 800mm. Al ser una zona costera muy próxima al océano, la brisa marina es un fenómeno constante. (FIG 31). La vegetación, fuente de recursos principal (alimentación y construcción), es variada, arbolada y abundante, y se adapta correctamente al período de sequía. Hay árboles frutales, maderables y medicinales; como el palo santo, las palmeras, el bambú, los guayacanes, los laureles, los cactus, el ceibo, las tunas, el muyuyal y los pastizales. También hay gran variedad de arbustos, sobre todo en la época de lluvias.

El tipo de clima, que de por sí es templado y agradable, sumado a la falta de suministros base (agua potable, internet...) por requerimiento llevan a la escuela a utilizar únicamente su geometría y los sistemas pasivos adecuados para alcanzar unos niveles óptimos de confort.

El funcionar a partir de sistemas pasivos y no estar conectado a ninguna red pública, permite al edificio ser totalmente autosuficiente. De esta manera, el consumo energético es nulo y, por tanto, también lo es su impacto ambiental, la aportación de emisiones de CO₂ y gases efecto invernadero, y su huella de carbono.

Al ser una arquitectura vernácula, este centro formativo se basa en el principio bioclimático: aprovecha los recursos naturales de la zona, y se orienta de la mejor manera posible para adaptarse correctamente al clima.



▪ **Sistemas pasivos**

En la arquitectura popular, la geometría siempre ha sido y será su punto fuerte para adaptarse al clima.

Este proyecto parte de una base cuadrada. Al ser una forma inestable estructuralmente, ésta recibe un ejercicio de torsión y triangulación para ganar equilibrio estructural y evitar que colapse, ya que esa zona es propensa a sufrir sismos.

A partir de ahí se genera una cumbrera y una cubierta a dos aguas; que permite una rápida evacuación y escurrimiento del agua durante el período de lluvias. Asimismo, ésta se alarga hasta formar parte de los paramentos verticales. De esta manera se garantiza la protección contra la radiación solar y parte de la humedad.

Las paredes norte-sur están ligeramente inclinadas para controlar la incidencia de los rayos del sol, permitir la entrada correcta de iluminación natural y garantizar la renovación del aire con una ventilación cruzada.

Al tener unos techos altos junto con unas paredes ligeramente inclinadas, el proyecto favorece la desestratificación del aire. La estratificación es un fenómeno por el cual el aire caliente, al ser más ligero, se queda en las partes superiores de la estancia; en cambio, el aire frío, al ser más pesado, ocupa las partes inferiores. La desestratificación consiste en una refrigeración circular del aire de manera natural. La brisa del mar entra en el interior del edificio y mueve el aire más caliente desde el techo hacia el suelo, consiguientemente el aire frío sube hacia arriba y arrastra al de más calor hacia el exterior por la fachada opuesta.

Finalmente, la edificación se eleva ligeramente del suelo para salvaguardar la pendiente, alejarse de la humedad y buscar cierta privacidad.

El resultado formal es una base cuadrada y ocho triángulos indeformables.

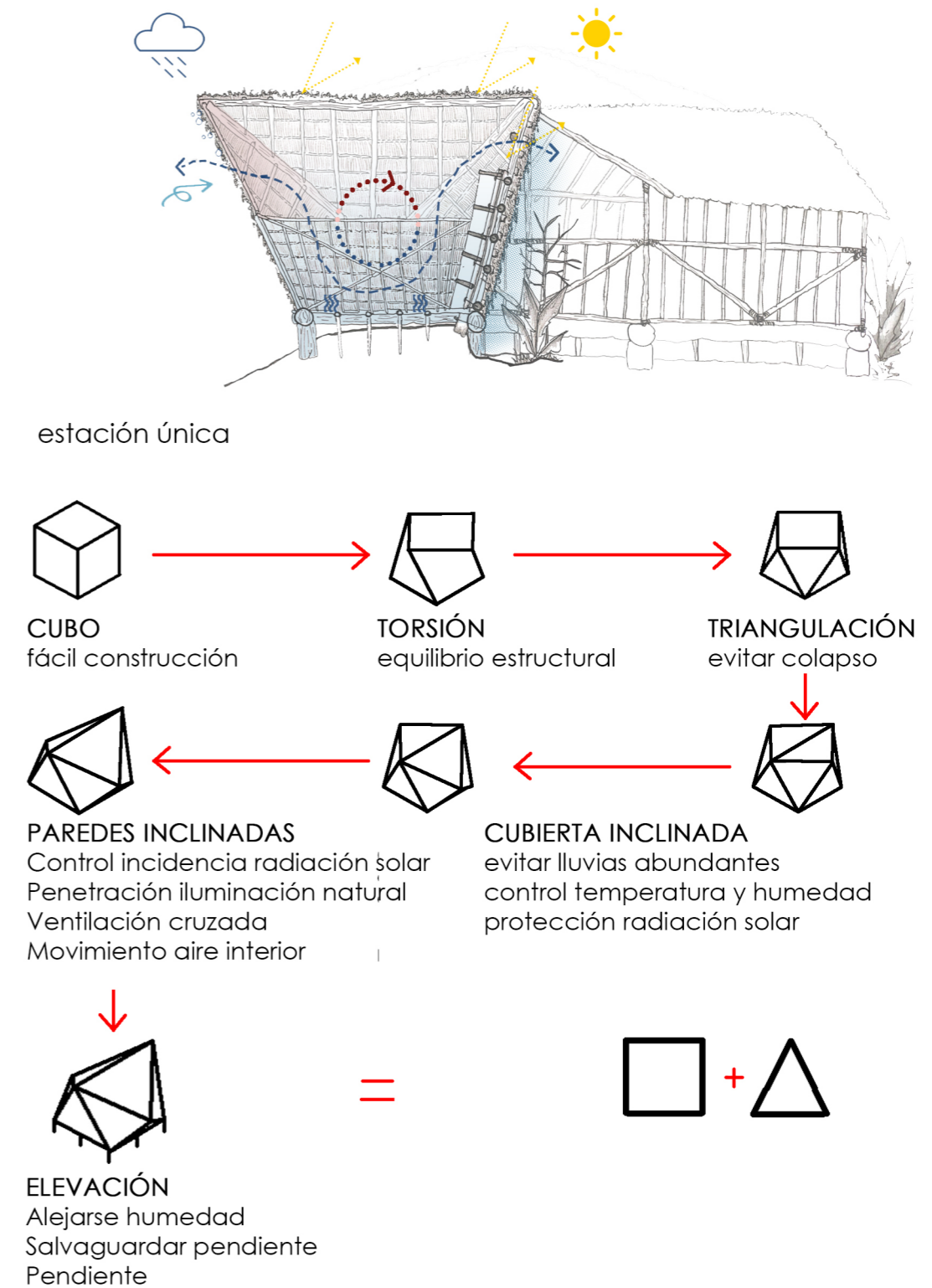


FIG 32. Esquemas de funcionamiento climático pasivo 36

- **Diseño constructivo y materialidad:**

Todos los materiales, técnicas y diseños constructivos utilizados en la arquitectura popular son puramente locales. Eso implica un pleno conocimiento en ellos y, por tanto, una seguridad en el momento de ejecución. Es decir, no es necesario un gran gasto energético en la puesta en obra, o la inversión de un período de tiempo en aprender el tipo de técnica a emplear que luego no sabrán reutilizar, reparar o mantener correctamente.

La cubierta del edificio está formada por paja de *toquillo* o *cade*. Es un material antiguo utilizado desde siempre en esa zona de Ecuador. Presenta grandes ventajas constructivas y climáticas. Es flexible y ligera, pudiendo adaptarse a cualquier forma. Proporciona a la cubierta una buena capacidad aislante, tanto térmica como acústicamente; y una estanquidad e impermeabilidad ideal para el período de lluvias. Requiere mantenimiento puesto que se deteriora con el tiempo debido a acción del viento, el sol, la lluvia y los insectos.

Las paredes son de bambú. Es un material flexible, resistente y durable. También tiene propiedades aislantes, tanto acústica como térmicamente. Además, la planta ayuda a purificar la atmosfera, porque es el vegetal del planeta que más oxígeno genera.

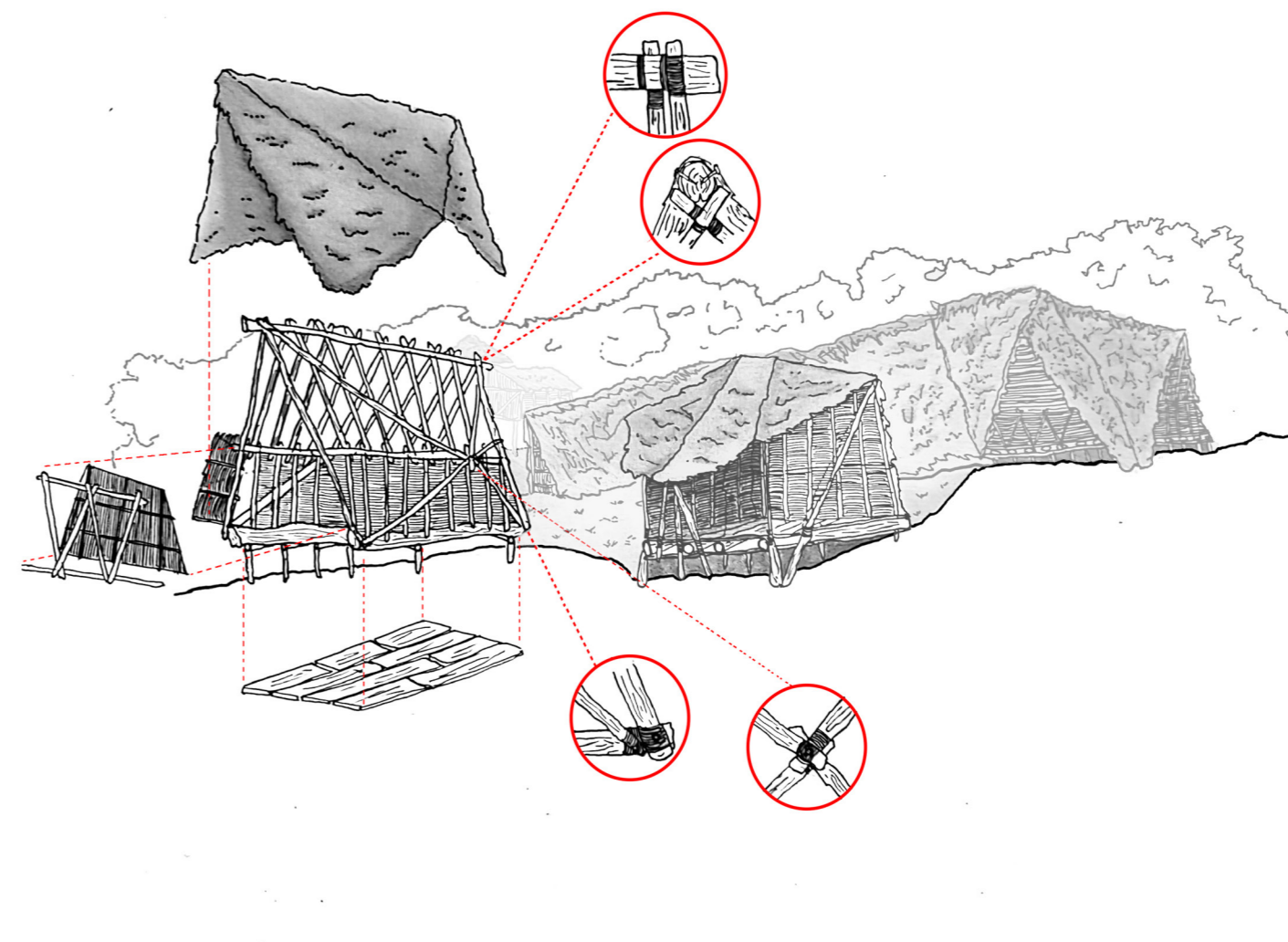
La estructura portante de la escuela está formada por troncos de madera de palmera. Este material es muy resistente a sismos y al clima. Es durable, no se deteriora por acción de la brisa marina. Es impermeable y tiene propiedades aislantes. Permite el paso del aire a la vez que protege del sol.

Al ser materiales autóctonos, no implican transporte alguno, y por tanto no generan emisiones, ni huella de carbono. Tampoco generan impacto medioambiental, porque al ser de origen vegetal, una vez se sustituye alguna parte, las reemplazadas pueden biogradarse sin problema.

Como son productos naturales, las propiedades no se ven alteradas. Esto implica que los materiales son puros. Al no haber apenas alteración de la materia prima, la densidad, el consumo energético y la huella ecológica que comportan es prácticamente nula.

Si son elementos naturales, son orgánicos y sostenibles; y por tanto pueden reciclarse, reutilizarse y renovarse sin problema.

Las uniones entre los materiales son en seco y están hechas con cuerdas de fibras de palmera. Esto permite desmontar y reparar con facilidad el edificio.



- **Conclusiones del proyecto:**

Debido al planteamiento inicial del proyecto, a la forma del edificio, a la implicación de la población y a la mentalidad de los arquitectos, el proyecto consiguió grandes resultados. Gracias a la confianza otorgada por el estudio de Al Borde, la ciudadanía acaba liderando el proyecto y experimentando un gran proceso de aprendizaje. El conocimiento sacado de esta experiencia lo aplican desde entonces en su día a día y en las nuevas edificaciones del poblado. Es tal la notoriedad conseguida, que la escuela pasa a convertirse en el punto de encuentro para sociabilizar de la población. Vendría a ser como “una plaza mayor”. (FIG 34)

Además de la fuerte componente social que caracteriza este proyecto, también lo hace su parte constructiva. La arquitectura vernácula mantiene una técnica popular basada en las reglas de la sostenibilidad por sentido común. La sabiduría de entender cómo funciona el entorno, el clima y la naturaleza donde te encuentras, sumado al hecho de no tener que invertir grandes esfuerzos ni gastos extraordinarios para adaptarte y vivir correctamente es la esencia de la arquitectura local. Asimismo, los usuarios solo utilizan aquellos materiales con los que cuentan alrededor para construir únicamente lo necesario. Esto implica un impacto medioambiental controlado y asumible por el planeta Tierra, ya que le damos tiempo a absorber las distintas emisiones que podamos producir, y a regenerar los recursos consumidos. Se trata de un tipo de arquitectura capaz de abastecerse únicamente a partir de la superficie bio-productiva, es decir, la biosfera. Esto permite revertir la mayor parte del cambio climático.

Este edificio es un claro ejemplo a seguir si nos encontramos en zonas donde se den climas similares. Pero no es extrapolable a otros tipos de clima donde se necesite la incorporación de sistemas activos.

Para ser sinceros, no podemos aplicar un modelo de proyecto de este calibre en países en vías de desarrollo donde el fuerte sistema capitalista marca un ritmo de vida y consumo no compatibles con él. Pero si podemos hacer nuestros una serie de parámetros aprendidos gracias a este colegio que aportan una riqueza emocional y arquitectónica importante. La escuela Nueva Esperanza nos enseña la dificultad e ingenio que conlleva jugar únicamente con los recursos del entorno, donde previamente es necesario un pleno conocimiento del contexto tanto geográfico como económico y social del lugar donde nos encontramos. Llevar a cabo este proyecto implica un complejo ejercicio de aprendizaje, observación y honestidad.

Es un modelo exclusivamente aplicable a este lugar en concreto. La arquitectura vernácula tiene la característica de parecerse, pero a la vez ser singular y diferente para cada lugar del planeta. Lo interesante de este proyecto y lo que es verdaderamente extrapolable a todas partes es la capacidad de observación y abertura de miras para saber qué es lo realmente necesario, cuáles son los recursos que me ofrece el lugar y cómo puedo utilizar la tradición de la mejor manera combinándola a su vez con los conocimientos técnicos actuales.

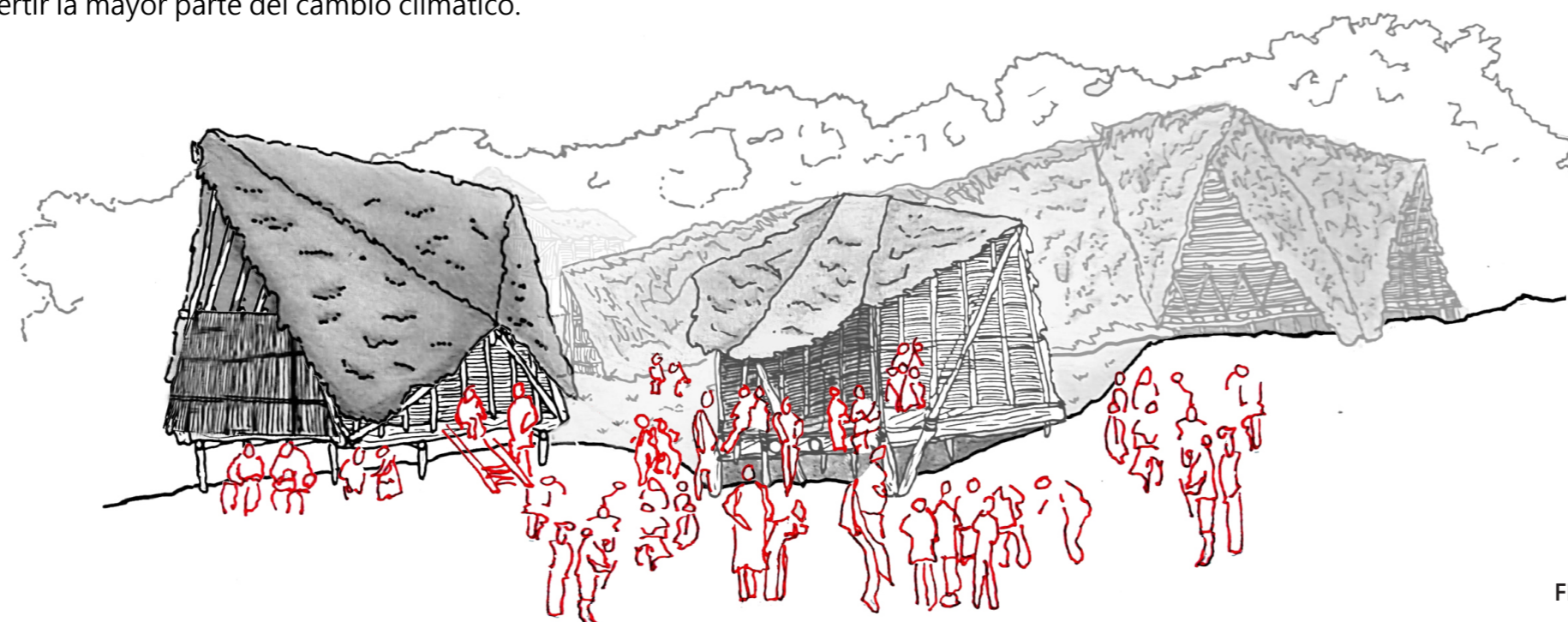


FIG 34. Dibujo del conjunto exterior 38

5. Conclusiones

▪ Reflexiones derivadas del análisis

Si bien es cierto que los dos casos de estudio explicados son incomparables, a continuación, se hace una serie de reflexiones más minuciosas y generalizadas, para poder llegar a completar este trabajo.

Ambos proyectos responden de manera eficiente frente a la emergencia medioambiental con una arquitectura sostenible. Y cada uno de ellos lo consigue a partir de aprovechar al máximo las prestaciones del contexto y lugar donde se encuentran, adaptándose lo mejor posible a las necesidades de los integrantes. La Nasa des del uso extremo de la tecnología, la innovación y de los infinitos recursos técnicos, y la escuela des del aprendizaje de la propia tradición.

Cabe afirmar que no puede extrapolarse la solución proyectual de ninguno de ellos. El edificio de oficinas de la Nasa por ser un proyecto casi icónico, novedoso, moderno e "hipertecnológico"; y el colegio por representar la humanidad más próxima y ser el resultado del contexto tan característico y singular donde se encuentra. Pero si puede tomarse como referente la actitud o filosofía que hay detrás de ambos proyectos: analizando el entorno, siendo humildes, no queriendo generar impacto medioambiental, conociendo muy bien los recursos de la zona y las necesidades a abastecer. Cada lugar tiene características diferentes y únicas, pero la manera de proceder si puede llegar a ser sistematizable. A los dos proyectos podríamos definirlos como una solución radical fruto del lugar donde se emplazan.

Si hablamos del edificio de la Nasa, comprendemos el fuerte papel que juega la posesión de capital y poder para facilitar la introducción de una arquitectura sana y respetuosa con el planeta. Habiendo analizado el edificio de la Base Sostenible, llegamos a la conclusión de la manera poco casual de actuar de esta gran sede pionera en innovación, siempre a la cabeza de los grandes avances de la humanidad.

Con tal de que su edificio de oficinas refleje la esencia líder en nuevos conceptos y tecnologías de la empresa, la Nasa ha escogido expresamente un emplazamiento con directrices ecológicas y planes urbanísticos sostenibles; se ha instalado junto a las empresas más importantes del mundo y ha contratado específicamente a los arquitectos considerados más vanguardistas ecológicamente hablando.

Al favorecedor plan urbanístico "verde" de Sunnyvale, se suma el buen uso implantado de los materiales locales del edificio de la Nasa. Pero el hecho de encontrarse en un país desarrollado y gozar de una tecnología privilegiada, invita a un nuevo debate: la ventaja de los más privilegiados y adinerados de poder contar con el factor de la globalización. Esta "multiconexión" del mundo, permite hacerse con cualquier tipo de material, técnica constructiva o tecnología, sin importar si es propia del lugar o el gasto económico, pero sobre todo energético que supondría su uso. Es una puerta abierta al acceso ilimitado de recursos materiales que agudiza la falta de ingenio y muchas veces nos lleva a cometer decisiones equivocadas e innecesarias.

Con la Escuela Nueva Esperanza se ha vislumbrado la importancia de la arquitectura vernácula. Una construcción inteligente y eficaz que funciona perfectamente utilizando los recursos materiales, energéticos y constructivos locales. Otro factor sumamente importante que nos llevamos del proyecto de la escuela es el valor de la vida comunitaria (FIG 35). El consumismo, el ritmo capitalista y la vida en las ciudades, en general ha convertido a la población en miembros más individualistas. La riqueza emocional y felicidad que aporta el cohabitar, ayudarnos y crecer conjuntamente son aspectos positivos que forman parte del carácter social del ser humano y no deberían quedarse en el olvido. Quizás deberíamos recuperar aspectos de esa manera más colectiva de vivir.

Con esta última pequeña reflexión sobre los casos de estudio, no se pretende dejar en mejor o peor lugar a ninguno de los proyectos, sino precisamente quedarnos con el mensaje que transmiten al mundo: si algo sí tienen en común, es que ambos escuchan y analizan a la perfección el contexto tecnológico, geográfico, económico y social donde se encuentran y los arquitectos llevan a cabo el encargo de tal manera que consiguen abastecer al completo las necesidades de las personas integrantes. Elaboran estrategias únicas y no intercambiables en otro lugar, ya que sería imposible imaginarse un edificio futurista como la Base Sostenible de la Nasa en medio de la naturaleza en Ecuador, o una cabaña con forma de barco como la escuela Nueva Esperanza rodeada de grandes empresas.

E ahí donde encontramos el clímax del análisis, en saber reconocer y enaltecer las características del lugar y en conocer bien las prestaciones y necesidades que debemos avituallar. Cuanto más exhaustivo sea este proceso analítico, más sostenible podrá ser nuestro resultado.

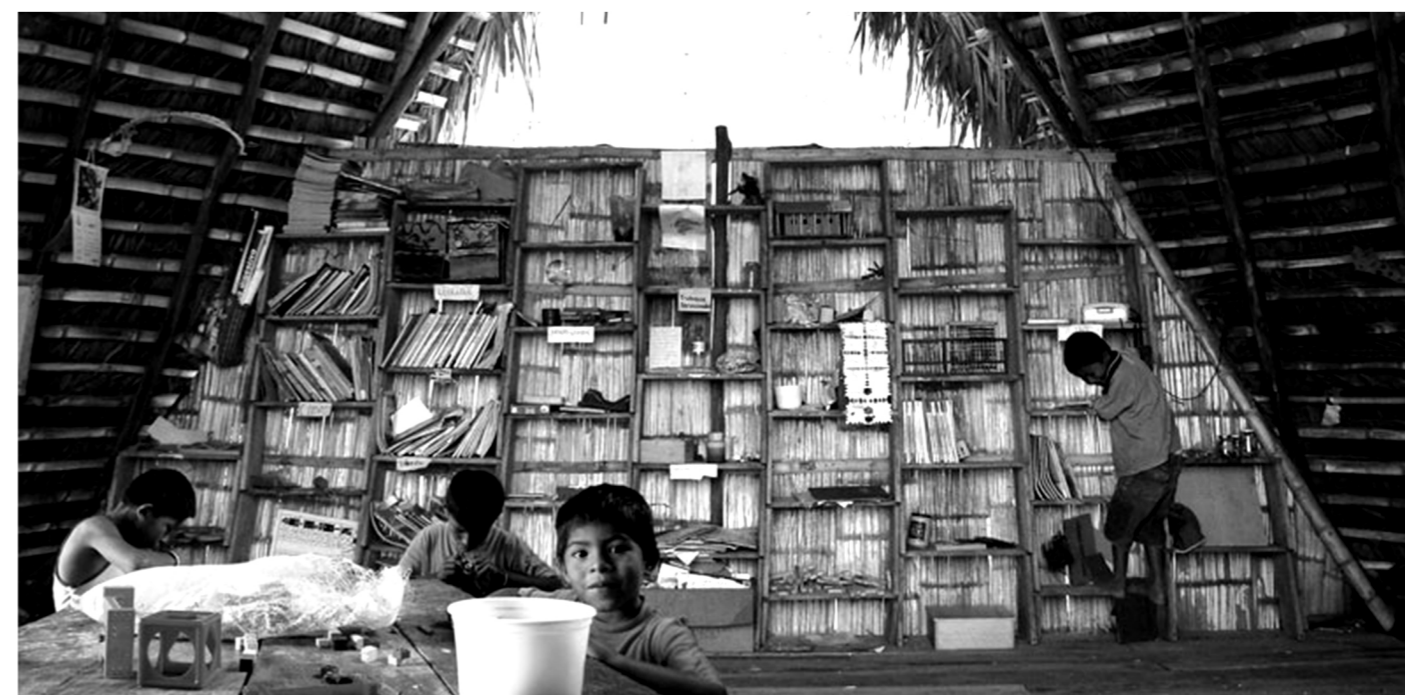
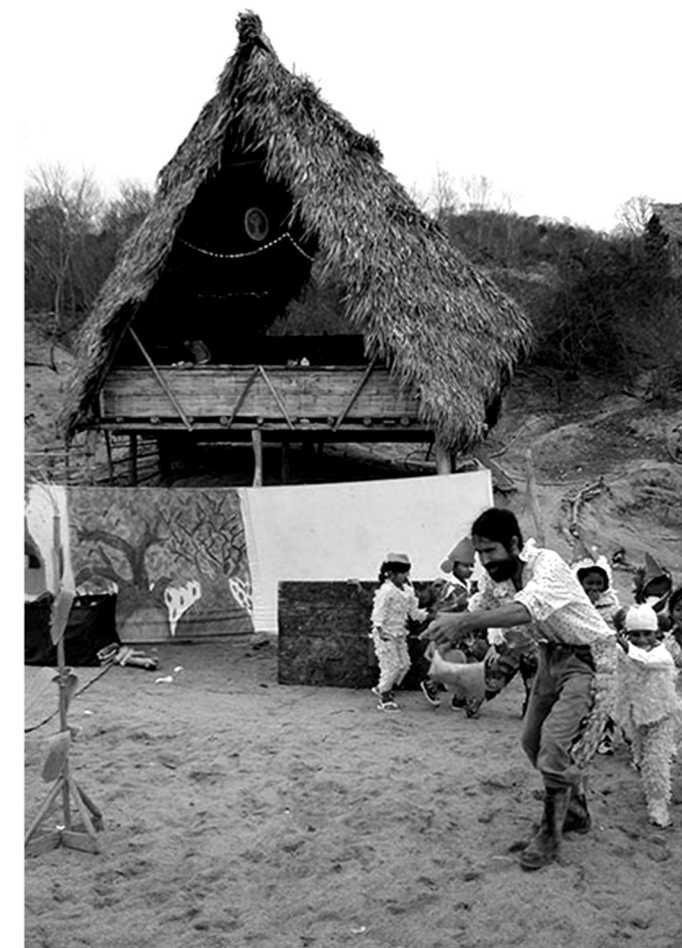


FIG 35. Autor desconocido [Web Al Borde arquitectos] 2009. *Escuela Nueva Esperanza*

▪ Aprendizaje final

A lo largo del trabajo, se ha hablado de la crisis medioambiental actual y de la forma en que malgastamos los recursos, se ha investigado cuales fueron las causas y el punto de inflexión que la originó y se han planteado posibles medidas aplicables dentro del mundo de la arquitectura para solucionar el problema.

Por otro lado, los dos casos de estudio nos han invitado a reflexionar sobre la importancia de reconocer el contexto donde nos encontramos. También nos han enseñado la fuerza del valor social y el bienestar personal que puede llegar a tener la buena arquitectura.

Tras el detenido estudio realizado, tanto por la primera parte más científica, como por el análisis más práctico, se ha podido llegar a determinar unos pasos alcanzables por cualquier tipo de arquitectura ejercida alrededor del mundo, extrapolables a todo tipo de clima, presupuesto o recursos (FIG 36):

Es importante poder optimizar y fomentar el ahorro de recursos naturales finitos, como por ejemplo el agua, y utilizar o ejecutar únicamente lo necesario. El agua podría aprovecharse a través de sistemas de captación, potabilización y filtrado.

Evitar el aumento de emisiones de gases efecto invernadero y CO₂, del impacto medioambiental, de la alta concentración de densidad energética o del incremento de huella de carbono, también es un factor a tener en cuenta. Una buena manera de conseguirlo, como hemos podido comprobar tanto con la escuela como con el edificio de oficinas, sería utilizando productos naturales y locales, donde las propiedades de la materia prima no son apenas alteradas y además donde el transporte no necesita recorrer largos trayectos para llevarlos a obra.

El aplicar el concepto pasivo para alcanzar los niveles óptimos de confort es un recurso sumamente útil. La arquitectura pasiva básicamente consiste en reducir al máximo posible la demanda energética del edificio mediante estrategias de diseño bien pensadas y construidas, como, por ejemplo, utilizar la inercia térmica, aislar y ventilar, acumular calor o protegerse de la radiación solar.

Gracias a los casos de estudio, se ha constatado las ventajas que proporciona una arquitectura autosuficiente donde el edificio pueda abastecerse a sí mismo generando un consumo energético nulo. Esto es posible gracias a la aplicación de métodos pasivos y sistemas activos.

Las energías renovables que utilizan los sistemas activos son muy variadas. Entre las más comunes están la energía fotovoltaica, la aerotermia, la geotérmica y la solar; pero también podrían utilizarse la eólica, la biomasa, el biogás o la hidráulica entre muchas otras.

El principio de autosuficiencia también implica una correcta gestión de residuos gracias a reducir, reciclar, reutilizar, rechazar y compostar.

Si prestamos la debida atención al lugar donde nos emplazamos, sencillamente utilizamos del concepto de la construcción bioclimática. Lo aplica la arquitectura vernácula y consiste en aprovechar al máximo recursos del entorno, su clima y orientación, a partir de emplear estrategias de diseño pasivo y materiales ecológicos, reutilizables y reciclables principalmente.

También puede incentivarse la arquitectura ecológica gracias a acciones respetuosas con el medio ambiente, como el uso de materiales naturales. Por productos naturales entendemos los elementos biodegradables, sostenibles, reciclables, reciclados y reutilizables. Si, además éstos están compuestos por un único material y las uniones entre ellos son en seco; facilitamos el proceso de desmontaje cuando sea preciso y así pueden volverse a utilizar en otro ambiente alargando su vida útil.



Llegados a este punto alguien podría afirmar que el coste de introducir todos o algunos de los seis conceptos explicados, es más alto que el resultante de seguir construyendo y pensando la arquitectura de la manera como se ha estado haciendo hasta ahora.

Si bien es cierto que el saber hacer de la arquitectura óptima y sostenible requiere de una mayor inversión al principio, a la larga este dinero es amortizado. El resultado conseguido son edificios incluso más baratos que los convencionales. Ya que sus materiales presentan características tales como la duración y la resistencia; y las distintas instalaciones, que funcionan a partir de fuentes de energía renovables, consiguen un ahorro considerable al no estar o estar parcialmente conectadas a la red de suministros pública.

Gracias al saber adaptarnos a las circunstancias y entorno de cada proyecto, y al poner en práctica en mayor medida las premisas que definen una arquitectura sostenible, podremos ir alcanzando un ejercicio profesional sano con el medio ambiente. Y para ello no es necesario dar pasos de gigante dejando de utilizar de manera radical los recursos provenientes de la litosfera, pero si pueden, todos los sectores relacionados con la construcción, ir haciendo el camino contrario para volver a consumir en medida de lo posible aquellos recursos que se encuentren en la biosfera; y al mismo tiempo sumar la intención de mantener la materia en el ciclo constante de su vida útil. De esta manera el planeta Tierra tiene más tiempo para regenerarse.

En definitiva, se trata de percibir las características del contexto, tener un respeto y sensibilidad con el entorno y sociedad; aprender sobre las características intrínsecas del lugar, y utilizar técnicas proyectuales sostenibles. De esta manera, nosotros como arquitectos podremos ir avanzando hacia nuevos horizontes respetuosos y sanos con el medio ambiente para lograr tener un futuro mejor (FIG 37).



FIG 37. Collage. CRUZ, Mario, World Press Photo 2009. *Viviendo entre lo que queda atrás*

6. Autocrítica y aprendizaje

Una vez llegados al final, quería dedicar un apartado a expresar qué ha supuesto a título personal realizar esta tarea.

Sin lugar a duda, podría definir este último trabajo de la carrera, como una oportunidad para desarrollar nuestras habilidades en el mundo de la investigación, la lectura y el análisis; y para incentivar mediante este ejercicio escrito y reflexivo, nuestras propias motivaciones y gustos dentro del mundo de la arquitectura.

Al margen de haber aprendido sobre el marco analizado y haber podido sacar mis propias conclusiones del conjunto, este paso final me ha servido para potenciar ciertas habilidades no tan relacionadas con el mundo del proyecto y el dibujo sino más bien con el saber expresar y transmitir una idea mediante el ejercicio gramatical.

El recorrido hasta llegar al punto autocrítico no ha sido fácil, tener una vaga idea sobre un tema que despierte interés es una cosa, pero esclarecerlo, depurarlo y llegar a establecer los puntos a estudiar es otra. Acotar, simplificar y no irse por las ramas siempre ha sido mi punto débil. Gracias a una constancia ininterrumpida en la lectura y búsqueda de información, un apoyo semanal por parte del tutor y una perseverancia por llegar a conseguir unos objetivos claros ha podido florecer este trabajo.

A lo largo de los estudios, el dibujo como herramienta principal para expresarse siempre ha sido prácticamente el protagonista en todas las asignaturas. Gracias al trabajo final de grado, fue muy positivo ver como el grafismo pasaba a ser un punto de apoyo y acompañamiento de un escrito con el mismo grado de importancia. El dibujo se convirtió en un sustancial ayudante para comprender cómo eran los casos de estudio, en qué lugar se encontraban, de qué materiales se componían o cómo funcionaban energéticamente. El caso de la Base Sostenible de la Nasa, al ser un edificio innovador, moderno, funcionar de una manera totalmente autocontrolada mediante sistemas informáticos y estar situado en una zona vanguardista en nuevas maneras de urbanizar, me parecía que la mejor manera de poder representarlo era mediante técnicas digitales.

En cambio, la escuela Nueva Esperanza, al encontrarse en medio de la naturaleza, al haber sido un proyecto que se ha llevado a cabo únicamente con maquetas y bocetos, y al construirse literalmente con las manos; la mejor manera de representarlo y hacerle honor creí que era dibujándolo a mano.

En definitiva, el TFG, me ha servido mucho para potenciar mis actitudes críticas frente a distintas temáticas, y a enriquecer el autoaprendizaje y la motivación propia.

7. Agradecimientos

Por último, me gustaría dar las gracias a todas aquellas personas que me han acompañado durante este camino universitario, me han ayudado en cuanto lo he necesitado, me han apoyado en los momentos difíciles, me han motivado a ser más exigente con mi trabajo, y han potenciado mis habilidades y mi espíritu crítico.

A mi familia, por haber estado, estar ahora y en el futuro siempre a mi lado.

A mi abuelo, por haber despertado en mí este interés por el dibujo y la arquitectura.

A Alba, Judit y su acogedor piso en Sarrià.

Al grupo 11, por haber empezado juntos, pero sobre todo por acabar igual de unidos esta aventura en la ETSAB.

A Anna, por haberme enseñado con paciencia y cariño el mundo laboral que me espera, y por haberse convertido en una amiga más que en una jefa.

A mi tutor, Roger Méndez, por haberme guiado y acompañado durante este trabajo y por haberme motivado a hacerlo cada día mejor.

A todos vosotros, simplemente gracias.

8. Bibliografía y webgrafía

- **Relación de figuras:**

0. Portada

FIG 00_ CRUZ, Mario. World Press Photo, 2009 *Viviendo entre lo que queda atrás*

4. Contenido

FIG 01_ Elaboración propia. Esquema | *Datos sobre la contaminación ambiental*

FIG 02_ Elaboración propia. Esquema | *Economía lineal aplicada a la Arquitectura*

FIG 03_ Elaboración propia. Esquema | *Funcionamiento de la economía lineal*

FIG 04_ Elaboración propia. Esquema | *Factores que incrementan el cambio climático*

FIG 05_ Elaboración propia. Esquema | *Funcionamiento de la economía circular*

CASO DE ESTUDIO 01_BASE SOSTENIBLE DE LA NASA

FIG 06_ Autor desconocido [Web Archdaily] 2016. *Base Sostenible de la Nasa*

FIG 07_ Elaboración propia. Fotografía | *Plano de situación: contexto geográfico E 1: 25000*

FIG 08_ Elaboración propia. Esquema | *Datos demográficos de Sunnyvale*

FIG 09_ Elaboración propia. Collage | *Plano de situación: contexto urbano E 1:8000*

FIG 10_ Elaboración propia. Plano | *Planta con entorno cercano E 1:1200*

FIG 11_ Elaboración propia. Plano | *Sección transversal E 1:120*

FIG 12_ Makower Joel, [Web Greenbiz], 2013. William McDonough (izquierda) con Michael Braungart (derecha).

FIG 13_ Elaboración propia. Esquema | *Plan normativo vigente de Moffett Park, Sunnyvale*

FIG 14_ Elaboración propia. Plano y esquemas | *Carta solar y recorridos del sol*

FIG 15_ Elaboración propia. Plano | *Esquema de funcionamiento climático pasivo*

FIG 16_ Elaboración propia. Plano | *Esquema de funcionamiento climático activo: geotermia*

FIG 17_ Elaboración propia. Plano | *Esquema de funcionamiento eléctrico, sanitario y de fontanería*

FIG 18_ Elaboración propia. Plano | *Axonometría de materialidad y estructura*

FIG 19_ Elaboración propia. Esquema | *Certificación CRADLE TO CRADLE (principios)*

FIG 20_ Elaboración propia. Vista | *Collage del paisaje exterior*

FIG 21_ Chino, Mike [Web inhabitat], 2012. *Fotografías de interior*

CASO DE ESTUDIO 02_ESCUELA NUEVA ESPERANZA

FIG 22_ Autor desconocido [Web Al Borde arquitectos] 2009. *Escuela Nueva Esperanza*

FIG 23_ Elaboración propia. Fotografía | *Plano de situación: contexto geográfico E 1: 25000*

FIG 24_ Elaboración propia. Esquema | *Datos demográficos de Manabí*

FIG 25_ Elaboración propia. Collage | *Plano de situación: contexto urbano E 1:8000*

FIG 26_ Elaboración propia. Plano | *Planta con entorno cercano E 1:1200*

FIG 27_ Elaboración propia. Plano | *Sección transversal E 1:120*

FIG 28_ Autor desconocido [Web Al Borde arquitectos] Año desconocido. *Fases del proyecto de la escuela Nueva Esperanza.*

FIG 29_ Autor desconocido [Web Al Borde arquitectos] Año desconocido. *Pascual Gangotena, David Barragán, Marialuisa Borja, Esteban Benavides (de izquierda a derecha)*

FIG 30_ Elaboración propia. Esquema | *Incidencia del terremoto del 16 de abril de 2016 en el cantón de Pedernales*

FIG 31_ Elaboración propia. Plano | *Carta solar*

FIG 32_ Elaboración propia. Plano | *Esquema de funcionamiento climático pasivo*

(Basado en el esquema geométrico del documento de Tectónica blog | López Cotelo, Borja (A.): *Escuela Nueva Esperanza* [en línea]. Tectónica blog, 2009.

[Consulta 31 marzo 2021]. Disponible a:

http://www.tectonicablog.com/docs/tectonica_alborde_nuevaesperanza%20red.pdf)

FIG 33_ Elaboración propia. Plano | *Axonometría de materialidad y estructura*

FIG 34_ Elaboración propia. Plano | *Dibujo del contexto exterior*

REFLEXIONES DERIVADAS DEL ANÁLISIS

FIG 35_ Collage propio | Autor desconocido [Web Al Borde arquitectos] 2009. *Escuela Nueva Esperanza*

5. Conclusiones

FIG 36_ Elaboración propia. Esquema | *Directrices sostenibles extrapolables a toda arquitectura mundial*

FIG 37_ Elaboración propia. Collage | CRUZ, Mario. World Press Photo, 2009. *Viviendo entre lo que queda atrás*

- **Economía circular:**

- **1.1. Bibliografía:**

- Wong, Liliane. *Adaptive reuse : extending the lives of buildings*. Basel: Birkhäuser, 2017. ISBN: 9783038215370
- Belda Hériz, Ignacio, *Economía circular: un nuevo modelo de producción y consumo sostenible*. Madrid: Editorial Tébar Flores, S.L., 2018. ISBN: 9788473606318
- Urban Agenda for the UE. (2019). *Sustainable and circular re-use of spaces and buildings*.
- Braungart, Michael and McDonough, William. *Cradle to Cradle*. EEUU: McGraw-Hill, 2005. ISBN: 84-481-4295-0

- **1.2. Webgrafía:**

- Prat, Xevi. *¿Qué es la economía circular?* [en línea]. ITEC, 28 oct 2020. [Consulta 13 marzo 2021]. Disponible a: <https://www.youtube.com/watch?v=uLBAGzfmugc&t=20s>
- Prat, Xevi. *Criterios para aplicar la economía circular* [en línea]. ITEC, 28 oct 2020. [Consulta 13 marzo 2021]. Disponible a: <https://www.youtube.com/watch?v=0l61oYLLGw>
- Prat, Xevi. *Economía circular, casos de éxito en la edificación* [en línea]. ITEC, 30 abr 2020. [Consulta 13 marzo 2021]. Disponible a: <https://www.youtube.com/watch?v=LBOYpiaFaYc>
- Serra Alzina, Jade. (A.): *El blog de Slow home* [en línea]. SlowHome, 18 març 2015. [Consulta 01 abril 2021]. Disponible a: <https://www.slowhome.es/blog>
- C2C. (A.): *Cradle to Cradle certified y los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU* [en línea]. C2C. [Consulta 29 marzo 2021]. Disponible a: <https://www.c2ccertified.org/get-certified/un-sustainable-development-goals>
- AireLimpio. (A.): LEED. [en línea]. Airelimpio. [Consulta 29 marzo 2021]. Disponible a: https://www.airelimpio.com/calidad-aire/leed/?gclid=CjwKCAjwu5CDBhB9EiwA0w6sLQsXyDpJZmloXrSCXuV_BUDTdm57cUbnvUM12vT-Hje-P5-Ea3k58hoCYdMQAvD_BwE
- Slowhome. (A.): *Casas Ecológicas* [en línea]. SlowHome. [Consulta 01 abril 2021]. Disponible a: <https://www.slowhome.es/>

- **1.3. TFG/TESIS:**

- Navarro Bosch, A. M. (2016). *Estrategias de reciclaje arquitectónico* [Tesis doctoral no publicada]. Universitat Politècnica de València
- Guspi Vázquez De Parga, Ramón, (2021). *Implementació de l'economia circular en el sector de la construcció*. [TFG/PFM/Tesina en línea]. Universitat Politècnica de Barcelona
- Gonzalez Martín, Raquel. (2016). *Cradle to Cradle. Re-diseño y Re-evolución* [TFG]. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid

- **Casos de estudio:**

- **a. Webgrafía:**

- **i. Base Sostenible de la Nasa:**

- McDonough, William.: *NASA's First Space Station on Earth* [en línea]. *William McDonough + Partners*, 2012. [Consulta 01 abril 2021]. Disponible a: <https://mcdonoughpartners.com/projects/nasa-sustainability-base/>
- Videla Labayru, José Tomás.: *NASA Sustainability base, California* [en línea]. *Arquitectura + acero*. [Consulta 30 marzo 2021]. Disponible a: <http://www.arquitecturaenacero.org/proyectos/sustentable/nasa-sustainability-base-california>
- Ye, Jason and Seidel Stephen. : *Leading by exemple using information and communication technologies to achieve federal sustainability goals*. *Center for Climate and Engery Solutions*, 2012. [Consulta 26 marzo 2021]. Disponible a: <https://www.c2es.org/site/assets/uploads/2012/09/federal-sustainability-ict-nasa-ames-sustainability-base.pdf>
- Desconocido. : *Sustainability Base, a living testbed for NASA Technologies*. [en línea]. *NASA* [Consulta 26 marzo 2021]. Disponible a: https://www.nasa.gov/centers/ames/pdf/640590main_SB_FactSheet.pdf
- McDonough, William.: *Sustainability Base NASA's First Space Station on Earth*. [en línea]. *William McDonough + Partners*, 2012. [Consulta 01 abril 2021]. Disponible a: <https://mcdonoughpartners.com/>
- Centria: *Series Panel* [en línea]. Centria. [Consulta 31 marzo 2021]. Disponible a: <https://www.centria.com/>
- Kawneer): *Inlighten Interior Light Shelf* [en línea]. Kawneer. [Consulta 31 marzo 2021]. Disponible a: https://www.kawneer.com/kawneer/north_america/en/product.asp?cat_id=0&prod_id=1852&desc=aluminum-curtain-wall-light-shelves

- Kawneer: *1600 Wall System 1 Curtain Wall* [en línea]. Kawneer. [Consulta 31 marzo 2021]. Disponible a: https://www.kawneer.com/kawneer/north_america/en/product.asp?prod_id=1801&d_esc=hurricane-resistant-curved-curtain-wall-systems
 - Kawneer): *1600 PowerShade Sun Shade System* [en línea]. Kawneer. [Consulta 31 marzo 2021]. Disponible a: https://www.kawneer.com/kawneer/north_america/en/product.asp?prod_id=1850&d_esc=curtain-wall-sun-shades
 - Vitro : *Solarban 70 Solar Control Low-E glass* [en línea]. Vitro. [Consulta 31 marzo 2021]. Disponible a: <https://www.vitroglazings.com/products/low-e-glass/solarban-70-glass/>
 - Mecho : *Mecho/5 Manual solar shade for commercial applications* [en línea]. Mecho. [Consulta 31 marzo 2021]. Disponible a: <https://www.mechoshade.com/products/mecho5/>
 - Icestone : *Surface made with recycled glass*. [en línea]. Icestone. [Consulta 31 marzo 2021]. Disponible a: <https://www.mechoshade.com/products/mecho5/>
 - Estado de California, Estados Unidos. Ley 19.29.110. *Estándares de zonificación comercial e industrial de Sunnyvale, código municipal*, Sunnyvale. Departamento urbanístico y de la construcción del ayuntamiento de Sunnyvale, diciembre de 2013, no. 622-13, p. 169. Disponible a: < <https://sunnyvale.ca.gov/>>
 - Yoneda, Yuka. *La nueva base de sostenibilidad LEED Platinum de la NASA es el edificio federal más ecológico de los EE. UU. - FOTOS* [en línea]. Inhabitat, 06 mayo 2012. [Consulta 17 junio 2021]. Disponible a: <<https://inhabitat.com/nasa-sustainability-base-awarded-leed-platinum-certification-set-to-open-tomorrow-photos/nasa-sustainability-base-reclaimed-wood-floor/>>
 - Estados Unidos. Ley PBS-P100. *Descripción general de los estándares de instalaciones P-100*. Administración de servicios Generales (GSA), EE. UU., julio de 2018, p. 327. Disponible a < <https://www.gsa.gov/real-estate/design-construction/engineering-and-architecture/facilities-standards-p100-overview>>
 - United States Census, Bureau. *Datos demográficos de la ciudad de Sunnyvale, California*, 2019. Disponible a: < <https://www.census.gov/quickfacts/fact/table/sunnyvalecitycalifornia/PST045219>>
- ii. Escuela Nueva Esperanza:**
- AlbordE arquitectos: *Escuela nueva esperanza* [en línea]. AlbordE. [Consulta 01 abril 2021]. Disponible a: <https://www.albordearq.com/escuela-nueva-esperanza-nueva-esperanza-school>
 - López Coteló, Borja: *Escuela Nueva Esperanza* [en línea]. Tectónica blog, 2009. [Consulta 31 marzo 2021]. Disponible a: http://www.tectonicablog.com/docs/tectonica_alborde_nuevaesperanza%20red.pdf
 - Banco Iberoamericano de Desarrollo (A.): *Escuela comunitaria Nueva Esperanza* [en línea]. BID, Banco Iberoamericano de Desarrollo, 2018. [Consulta 31 marzo 2021]. Disponible a: <https://escuelassigloxxi.iadb.org/escuela/escuela-comunitaria-nueva-esperanza?fbclid=IwAR2jafErAr3rm99HhsPvvRMxWx1woYQGd9MgMndNc1vNy-LkLsqfYCw-ev4>
 - Herreros, Juan and Barragán, David. *Al Borde* [en línea]. Columbia GSAPP, 20 oct 2020. [Consulta 23 marzo 2021]. Disponible a: <<https://www.youtube.com/watch?v=Lp8jd83TjY8>>
 - República del Ecuador. Ley NEC-SE. *Norma Ecuatoriana de la Construcción*. Subsecretaría de Hábitat y Asentamientos Humanos del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda de Ecuador (MIDUVI), Página oficial del Gobierno de la República del Ecuador, diciembre 2014, p.139, ISBN:00000000000. Disponible a: <<https://www.habitatyvivienda.gob.ec/norma-ecuatoriana-de-la-construccion/>>
 - Instituto Nacional de Estadísticas y Censos de Ecuador. *Resultados del censo demográfico de la población del Manabí de Ecuador*, 2010. Disponible a: < <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Manualateral/Resultados-provinciales/manabi.pdf>>