



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ARQUITECTURA



TALLER DOMINGO GARCIA RAMOS

Tesis que para obtener el título de Arquitectos presentan:

Andrea Estefania Hernández Ramírez | Jaime Francisco Garcia Lozano



Complejo Urbano de Producción Agrícola en Coyoacán, CDMX

SINODALES:

Arq. Jesús Miguel de León Flores

Arq. Jesús Raúl González Jacome

Mtro. en Arq. Luis Saravia Campos

Ciudad Universitaria. CDMX. Octubre 2020



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ÍNDICE

PRESENTACIÓN	1
RESUMEN	2
ABSTRACT	3
OBJETIVOS	4
ALCANCES	5
MODO DE TRABAJO	6
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	7
INTRODUCCIÓN	8
MARCO TEÓRICO	21
EL CONTEXTO: CDMX	32
EL PROYECTO	45
PROYECTOS ANÁLOGOS	46
EXPLORACIONES PRELIMINARES	50
LA PROPUESTA.	56
EL PROGRAMA ARQUITECTÓNICO	61
EL COMPLEJO 'GRANJA VERTICAL'.	67
EL MÓDULO DE PRODUCCIÓN	97
INSTALACIONES	117
MATERIALES Y ACABADOS	148
ESTRUCTURA	157
INDICADORES DE IMPACTO	180
ESTIMACIÓN DE COSTOS / TORRE DE CULTIVOS	224
CONCLUSIONES GENERALES	230
BIBLIOGRAFÍA	233
RECURSOS EN LÍNEA	235
ANEXO	239

PRESENTACIÓN

Las premisas que surgen en un proyecto de tesis de carácter arquitectónico, se abordan desde distintos enfoques dentro de la misma disciplina; si su desarrollo se da dentro de un enfoque, el resultado es una exploración extensa sobre una línea de pensamiento, mientras que, si se da desde distintos enfoques de la disciplina, su resultado da una exploración integral, si bien general. Ambos enfoques se complementan en el campo de conocimiento de cierta disciplina.

La premisa abordada en este trabajo, forma parte de un proceso multidisciplinario que busca integrar distintas soluciones que comparten sustancialmente el mismo interés dentro de las distintas disciplinas.

Se busca entonces, que el presente trabajo aporte una interpretación de solución de la premisa explorada, desde un enfoque arquitectónico integral.

La premisa explorada se denomina como 'Complejo Urbano de Producción Agrícola (C.U.P.A.)', para propósitos de este trabajo.

RESUMEN

En este trabajo se aborda el tema de la producción agrícola en el contexto urbano de la Ciudad de México, desde su comprensión teórica y contextual, hasta una exploración práctica que busca ofrecer una alternativa a las circunstancias que presenta en el presente y en un futuro próximo, la producción de alimentos en el ámbito urbano.

El trabajo se centra en la profundización teórica de la situación de la producción agrícola urbana y una propuesta práctica que, apoyándose en la investigación, obtiene forma a través del objeto arquitectónico.

La propuesta se genera bajo algunas teorías formadas en el tema de la producción urbana de alimentos, y aporta datos más tangibles en torno a las dichas teorías, para ampliar los recursos de solución con los que se cuentan en torno al tema.

El resultado de dicha propuesta, se maneja como la expresión arquitectónica de la integración de la agricultura en las ciudades, pensada para el contexto de la Ciudad de México; así como una aproximación técnica y recopilación de datos base para su consideración no solo en el campo arquitectónico, sino también en las demás disciplinas relacionadas a la resolución de la problemática desarrollada en el trabajo.

ABSTRACT

The present work approaches the subject of Urban Agriculture in Mexico City, from its theoretical and contextual comprehension, to a practical, explorative solution that attempts to offer an alternative to present and near future circumstances of Urban Agriculture in Mexico City.

The work is based on the deepening of the theoretical knowledge of Urban Agriculture and the situation of Urban Agriculture in Mexico City, and its practical application through the architectural object.

Said Architectural approach takes form under some theories on the subject of urban agricultural production, and it contributes with more tangible data of the theories, with the intention to broaden the resources available, to offer different solutions around the topic presented.

As a result, the practical explorative solution is an architectural object designed for the context of Mexico City, as well as a technical approach to be considered not only in the architectural field, but also, in the professional fields related to the understanding and solution of the topic developed in this research.

OBJETIVOS

El objetivo general con base en el plan de estudios 99' para la etapa de titulación, busca demostrar los conocimientos adquiridos en las etapas formativas de la carrera de arquitectura; además del conocimiento del tema seleccionado, desde el planteamiento inicial hasta la conclusión mediante el enfoque de alguno de los campos propuestos en el plan de estudios. En el caso del desarrollo del presente trabajo, la temática didáctica corresponde a los campos de 'el desarrollo del proyecto y su representación gráfica' y la 'expresividad en el campo de la arquitectura' con la sustentación y aplicación de una propuesta de proyecto que responda a los aspectos de sustentabilidad, a su entorno (referente al clima en general, asoleamiento, así como condiciones culturales del grupo social que se atiende), y finalmente las 'factibilidades del objeto arquitectónico' con la sustentación de la propuesta referente a la posibilidad estructural y constructiva del objeto proyectado y la pertinencia social de su realización.

A través de la exploración de distintas aproximaciones al objeto de estudio del presente trabajo, se busca conocer la viabilidad de las propuestas de producción de alimentos en un medio urbano por medio del ejercicio arquitectónico, como una de las propuestas para la reactivación e intensificación de la agricultura urbana

Haciendo énfasis en la necesidad de generar más propuestas urbanas y arquitectónicas que tomen a la agricultura urbana como un elemento importante para el desarrollo de ciudades más autosuficientes, la elección del tema se debe a la inquietud sobre la creciente incertidumbre de la producción de alimentos en México, y su efecto en términos de distribución y disponibilidad en las ciudades, así como el efecto que tiene el crecimiento de las ciudades en las superficies cultivables del país.

El presente trabajo, pretende desarrollar el concepto de 'Granja Vertical' desde su planteamiento arquitectónico y contextual, hasta una visión operativa, e indicadores de impacto ambiental y socioeconómico; tomando como contexto para su desarrollo, a la Ciudad de México en la época actual.

ALCANCES

- Reconocimiento del estado de la seguridad alimentaria y la agricultura urbana en México.
- Análisis del concepto de 'Granjas Verticales' como género de edificio.
- Desarrollo Arquitectónico y técnico del 'Modulo de producción'.
- Desarrollo conceptual y arquitectónico del 'Complejo de Granja Vertical'.
- Desarrollo conceptual del aspecto operativo del 'Módulo de producción'.
- Obtención de datos técnicos comparativos de la propuesta desarrollada.

MODO DE TRABAJO

El trabajo se llevó a cabo de forma simultánea, entre tres diferentes enfoques para una comprensión integral del objeto de estudio; siendo estos el teórico, arquitectónico y tecnológico.

En primera instancia se establecieron las bases teóricas del contexto socioeconómico, agrícola y urbano que dieron pie al planteamiento del problema y, posteriormente al objeto de estudio, así como los requerimientos físicos y conceptuales del genero de edificio a desarrollar, como resultado del planteamiento del problema.

Desde el enfoque arquitectónico, se tomó la información necesaria de la investigación referente al objeto de estudio, cumpliendo con los requerimientos establecidos en la fundamentación teórica para el planteamiento del objeto arquitectónico.

El enfoque tecnológico se adaptó al contexto urbano específico propuesto, y en términos arquitectónicos, intervino activamente en el proceso de diseño. El proceso supone continuos cambios y retroalimentación entre las distintas etapas para asegurarse de que los tres enfoques se complementen integralmente.

El impacto del cambio climático en la seguridad alimentaria mundial se notará no solo en el suministro de alimentos, sino también en la calidad, el acceso y la utilización de los mismos y en la estabilidad de la seguridad alimentaria. (FAO,2017, p.18).¹

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

¹ S.a. (2017). El futuro de la alimentación y la agricultura. Tendencias y desafíos. 2019, de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) Sitio web: <http://www.fao.org/3/a-i6881s.pdf>.

INTRODUCCIÓN

Para poder situar el género de edificio de ‘Granja Vertical’ en el contexto presente, se requiere saber cómo se llegó a la necesidad de intensificar la producción de alimentos en la escala urbana y cuál es el estado de la agricultura urbana, así como lo que impulsa este movimiento. Se comentará como la seguridad alimentaria y la situación actual de la agricultura, impulsan las recientes modificaciones de la agricultura urbana, así como las formas que esta ha tomado en los últimos años.

El término ‘seguridad alimentaria’ surge a mediados de la década de los 70’s², desde su concepción hasta el presente su significado ha evolucionado para destacar el acceso a los alimentos más que la disponibilidad de estos, asimismo la calidad de los mismos y su aporte nutricional; se tiene entonces que factores importantes para la seguridad alimentaria son disponibilidad y calidad de los alimentos.

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) utiliza como una de las maneras de referirse a la seguridad alimentaria el siguiente enunciado:

La seguridad alimentaria se consigue cuando todas las personas, en todo momento, tienen acceso físico y económico a suficiente alimento, seguro y nutritivo, para satisfacer sus necesidades alimenticias y sus preferencias, con el objeto de llevar una vida activa y sana. (Cumbre Mundial de la Alimentación, 1996).³

Para dimensionar de manera más precisa las implicaciones que tiene la definición de la seguridad alimentaria, se considera apropiado hacer mención de lo que es considerado por la FAO como ‘inseguridad alimentaria’, siendo esta: “La probabilidad de una disminución drástica del acceso a los alimentos o de los niveles de consumo, debido a riesgos ambientales o sociales, o a una reducida capacidad de respuesta” (PESA Centroamérica, 2011, p.7).⁴

^{2,4} S.a. (2011). Seguridad Alimentaria y Nutricional, conceptos básicos. 2019, de PESA Centroamérica Sitio web: <http://www.fao.org/3/at772s.pdf>.

³ Nuria Urquía Fernández. (2014). La seguridad Alimentaria en México. Salud Pública de México, 56, S92-S98. 2018, De SciELO Base de datos.

Si bien los alimentos no habían estado tan disponibles como ahora (Despommier,2010)⁵, la disponibilidad por sí sola no solventa la seguridad alimentaria en un país, pues es solo uno de los factores que contribuyen a esta. Mejorar la seguridad alimentaria requiere consideraciones adicionales al solo enfoque sobre la producción de alimentos.

La seguridad alimentaria se puede entender a través de 4 pilares o dimensiones básicas; las dimensiones son las siguientes (tomado de: Seguridad Alimentaria y Nutricional, Conceptos básicos, PESA Centroamérica, 2011).⁶

-Disponibilidad de la Oferta. Referido a que en una primera instancia se debe asegurar es la existencia de los productos (tanto primarios como industrializados) en cualquier momento y en las cantidades requeridas por una población.

-Acceso físico y económico (a los alimentos). En una segunda instancia, junto con la disponibilidad de la oferta debe ir un factor de distribución, de manera que los alimentos (con los valores nutricionales requeridos) se encuentren física y económicamente disponibles para los habitantes en todo momento, esta dimensión depende no solo de la oferta y la demanda si no del acceso de los habitantes a los productos.

-Estabilidad de la Oferta. Para asegurar el suministro continuo de alimentos se requiere de la infraestructura suficiente que permita hacer frente a la inseguridad alimentaria transitoria que suele presentarse por los ciclos naturales de la producción de alimentos, esto permite mantener una oferta sostenida a lo largo del año.

-Uso adecuado de los alimentos. En última instancia, posterior a las 3 dimensiones de carácter colectivo, el uso adecuado de los alimentos se relaciona con el uso individual de los alimentos de manera que el consumo de estos sea acorde a las preferencias y a las necesidades nutricionales individuales.

En México, el término de seguridad alimentaria resurgió posterior a la crisis energética y alimentaria del 2008, lo que conllevó una reforma constitucional en el

⁵ Dickson Despommier. (2010, 2011). Capítulo 3, Today's Agriculture. En The Vertical Farm (Edición Kindle). Nueva York: Picador.

⁶ S.a. (2011). Seguridad Alimentaria y Nutricional, conceptos básicos. 2019, de PESA Centroamérica Sitio web: <http://www.fao.org/3/a-at772s.pdf>

2011, reconociendo el derecho a la alimentación como un derecho fundamental de los ciudadanos mexicanos. (Urquía Fernández, 2014, p.3).⁷

Si bien, con un componente considerable de importaciones de productos básicos, México cuenta con la disponibilidad suficiente de alimentos para cubrir las necesidades de energía promedio de sus habitantes por 3,072 kcal; (la energía promedio objetivo de la FAO es de 2,362 kcal)⁸ es importante hacer notar 2 factores básicos que impactan el valor real de la seguridad alimentaria en México:

1.-Distribución calórica. Con el 70% de los adultos en México con obesidad o alguna forma de sobrepeso, la distribución calórica se reparte aproximadamente con el 70% de los adultos consumiendo el 70% de las calorías disponibles (Perspectivas de la seguridad alimentaria y la agricultura sostenible a 2030, 2017)⁹. Donde aproximadamente el 30% de las calorías restantes se distribuyen al resto de la población.

2.-Patrón de Consumo: La disponibilidad calórica no es condición suficiente para lograr la seguridad alimentaria, el origen la disponibilidad también deben tomarse en cuenta, y el patrón de consumo en México se encuentra muy cargado hacia alimentos de alta densidad energética y bajos en contenidos de fibra y micronutrientes (Perspectivas de la seguridad alimentaria y la agricultura sostenible a 2030, 2017)¹⁰. Por lo que el patrón de consumo en México, no cumple con algunos requisitos requeridos para lograr la seguridad alimentaria.

Ahora bien, la seguridad alimentaria es importante en México no solo por el beneficio de sus habitantes, si no por el compromiso que adquirió con las Naciones Unidas acerca de los 'Objetivos de desarrollo sostenible (ODS) a 2030', donde en el 'ODS 2' se establece lo siguiente:

⁷ Nuria Urquía Fernández. (2014). La seguridad Alimentaria en México. Salud Pública de México, 56, S92-S98. 2018, De SciELO Base de datos.

^{8,9,10} Rolando Cordera, Enrique Provencio. 2017. Perspectivas de la seguridad alimentaria y la agricultura sostenible a 2030. En Informe del Desarrollo en México (Perspectivas del desarrollo a 2030, 72-75) Ciudad de México: UNAM.

“Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible. (Naciones Unidas, 2016, Perspectivas de la seguridad alimentaria y la agricultura sostenible a 2030, 2017).¹¹

En el informe de ‘Perspectivas de desarrollo en México al 2030’, se plantea una estrategia que pretende alcanzar el ‘ODS2’, haciendo énfasis en el no deterioro del acervo de capital natural de México y tomando en cuenta las condiciones adversas que el cambio en las condiciones climáticas ha generado en el país. Estas estrategias serán parte importante de la base contextual del proyecto.

LA SITUACIÓN DE LA AGRICULTURA

La agricultura es uno de los componentes primarios de la seguridad alimentaria, los cambios que esta experimenta influyen de manera considerable en la disponibilidad alimentaria de un lugar.

Se estima que, en un periodo aproximado de 30 años, las prácticas agrícolas hasta ahora consideradas tradicionales, no podrán hacer frente ni a la demanda futura (Despommier,2011)¹², ni a las nuevas condiciones climáticas que se esperan.

La rapidez del cambio climático, altera la producción agrícola en campo de distintas maneras; los patrones cambiantes de temperatura y precipitación, podrían determinar nuevas zonas aptas para el cultivo, y afectar las que se utilizan actualmente para la producción bajo técnicas de cultivo tradicionales, lo que implicaría (para mantener los volúmenes de producción bajo las mismas técnicas de cultivo), un desplazamiento considerable de infraestructura agrícola y de cambio de uso de suelo. Esto, en posible detrimento del acervo del capital natural del país.

¹¹ Rolando Cordera, Enrique Provencio. 2017. Perspectivas de la seguridad alimentaria y la agricultura sostenible a 2030. En Informe del Desarrollo en México (Perspectivas del desarrollo a 2030, 71) Ciudad de México: UNAM.

¹² Dickson Despommier. (2010,2011). The Vertical Farm. Nueva York: Picador, St. Martin’s Press.

Lo anterior, se puede entender desde sus afectaciones a distintos ámbitos de la actual producción agrícola bajo técnicas tradicionales de producción¹³:

-Productividad. Debido a las modificaciones en los patrones de temperatura y precipitación, los rendimientos generales de una cosecha se ven perjudicialmente afectados.

-Disponibilidad de agua. En términos del agua requerida para la producción de alimentos, actualmente se utiliza aproximadamente el 70% del agua dulce disponible a nivel mundial para la agricultura (Despommier, 2011)¹⁴, lo que supone un problema en términos de que el volumen de agua utilizado actualmente no podrá ser sostenido en un futuro próximo.

Nota: La relación agua-riego para el territorio mexicano tiene cifras similares, sin embargo, debe remarcarse que del 77% de agua disponible del territorio utilizada para el riego y fines agropecuarios, cerca de la mitad se pierde por las prácticas agrícolas actuales, y la productividad por tonelada de producto del agua que no se pierde, es baja.¹⁵

-Prácticas agrícolas. Las prácticas agrícolas actuales dependen en su mayoría de condiciones ambientales favorables, al cambiar estas condiciones, dichas prácticas deben adaptarse a la producción bajo condiciones ambientales no favorables, lo que requiere distintas técnicas y tecnologías que puedan adaptarse a cada situación presentada por los continuos cambios en los ecosistemas. Esto pone en riesgo la producción alimenticia de países en desarrollo, que a menudo no cuentan con la información e infraestructura necesaria para adaptarse a los nuevos escenarios de producción.

-Erosión. Uno de los efectos de las prácticas agrícolas actuales, es la sobreexplotación de la capacidad de los suelos utilizados, lo que restringe su capacidad para recuperarse y ser productivos, lo que deriva en un uso excesivo de fertilizantes que terminan no solo por dañar

¹³ S.Rama Naidu. (2016). Vertical Farming: The next green revolution. Kindle: S.E.

¹⁴ Dickson Despommier. (2010,2011).The Vertical Farm: Advantages. En: The Vertical Farm. Nueva York: Picador, St. Martin's Press.

¹⁵ Rolando Cordera, Enrique Provencio. 2017. Perspectivas de la seguridad alimentaria y la agricultura sostenible a 2030. En Informe del Desarrollo en México (Perspectivas del desarrollo a 2030, 86) Ciudad de México: UNAM.

aún más los suelos de cultivo, si no que terminan por contaminar el del agua dulce restante a través de la lixiviación de los suelos contaminados. (Despommier, 2011).¹⁶

Aunado a esto, la extensión de las tierras agrícolas a menudo resulta en la irrupción de ecosistemas y vegetación primaria para la conversión de esas superficies en tierras cultivables, influyendo sobre los ecosistemas inmediatos a dichas superficies.

Nota: En el caso de México, se estima que, en el país, cerca del 46% de los suelos presenta algún grado de degradación, ya sea por erosión o por empobrecimiento de nutrientes y composición química (Semarnat, 2012. Perspectivas del desarrollo a 2030, 2017)¹⁷. Esta situación es crítica no solo porque revela la condición insostenible del empobrecimiento del suelo, sino que también implica que la creación de nuevas extensiones de cultivo, conlleva a la pérdida de vegetación primaria y con ello a una disminución del capital natural del país.

Dada las circunstancias actuales de la agricultura en el país, y el estado general de los recursos naturales que esta necesita, la estrategia planteada en el Informe de desarrollo en México, ‘Perspectivas del desarrollo a 2030’, no solo es apropiada para alcanzar los ‘ODS 2’ si no también como un modelo para alcanzar un estado de agricultura resiliente en el país.

Las estrategias planteadas en la ‘Agenda de Desarrollo Sostenible a 2030’ para lograr los ‘ODS 2’, buscan postularse sin el deterioro del acervo de capital natural de México, esto es, sin disminuir la biodiversidad y la riqueza de los ecosistemas del país. Privilegiando prácticas de agricultura resiliente, que contribuyan al mantenimiento de los ecosistemas y fortalezcan la capacidad de adaptación al cambio climático. (Perspectivas del desarrollo a 2030, 2017).¹⁸

Las propuestas planteadas el informe de ‘Perspectivas del desarrollo al 2030’, hacen énfasis en los siguientes elementos¹⁹:

¹⁶ Dickson Despommier. (2010,2011).Today’s Agriculture. En: The Vertical Farm. Nueva York: Picador, St. Martin’s Press.

¹⁷ Rolando Cordera, Enrique Provencio. 2017. Perspectivas de la seguridad alimentaria y la agricultura sostenible a 2030. En Informe del Desarrollo en México (Perspectivas del desarrollo a 2030, 85) Ciudad de México: UNAM.

¹⁸ Rolando Cordera, Enrique Provencio. 2017. Perspectivas de la seguridad alimentaria y la agricultura sostenible a 2030. En Informe del Desarrollo en México (Perspectivas del desarrollo a 2030, 71) Ciudad de México: UNAM.

¹⁹ Rolando Cordera, Enrique Provencio. 2017. Perspectivas de la seguridad alimentaria y la agricultura sostenible a 2030. En Informe del Desarrollo en México (Perspectivas del desarrollo a 2030, 79-80) Ciudad de México: UNAM.

- 1.- Inversiones en la infraestructura, extensión, tecnología e investigación agrícola aplicada
- 2.- Practicas agronómicas que incidan en una mayor conservación de agua, suelos y recursos naturales en general.
3. Incremento sostenido de productividad por trabajador y por unidad de superficie.

Lograr la implementación de los 3 puntos mencionados previamente requiere una modificación de las prácticas agrícolas tradicionales, haciendo énfasis en aumento de la productividad por unidad de superficie con el mínimo desgaste de los recursos naturales posible. Por lo que se considera a la agricultura protegida, como una alternativa viable a la agricultura tradicional (en sus condiciones actuales).

La agricultura protegida, se conoce como un sistema de producción agrícola, bajo diversas estructuras artificiales para proteger a los cultivos y minimizar las restricciones y efectos del clima; México ha incrementado las unidades de agricultura protegida con las que cuenta rápidamente en los recientes años, aunque en su mayoría se encuentran polarizadas al norte y centro del país; y de manera muy limitada cerca de zonas urbanas.²⁰

Siendo que aproximadamente el 75% de la población de México vive en el contexto urbano²¹, es importante que el planteamiento de una agricultura resiliente en México para propósitos de este trabajo, considere al contexto urbano como uno de los elementos centrales de su desarrollo.

²⁰ José de Anda, Harvey Shear. (2017). Potential of Vertical Hydroponic Agriculture in Mexico. 2019, de MDPI Sitio web: https://www.researchgate.net/publication/312669156_Potential_of_Vertical_Hydroponic_Agriculture_in_Mexico.

²¹ Martínez Rivera, Sergio Efrén, Monroy-Ortiz, Rafael. (2010). La expansión Urbana en el campo mexicano, la otra cara de la crisis agrícola. *Estudios Agrarios*, 16, 29-46. 2018, De <https://biblat.unam.mx/es/revista/estudios-agrarios/articulo/la-expansion-urbana-sobre-el-campo-mexicano-la-otra-cara-de-la-crisis-agricola> Base de datos.

LA AGRICULTURA URBANA

Si la población mundial continúa aumentando bajo las presentes condiciones ambientales, el panorama que se presenta es la ocupación de mayores extensiones de tierra para la producción de alimentos (The Vertical Farm, 2010-2011)²², a no ser que se refuerce de manera importante la agricultura urbana y periurbana; lo que se puede hacer bajo distintos modelos.

La tendencia de crecimiento poblacional apunta a que la mayor concentración de los habitantes en el mundo vivirá en algún centro urbano en un futuro próximo; en algunos países, como México, esta tendencia es una situación presente; lo anterior supondría que la creación de sistemas agrícolas con base en el crecimiento urbano es una de las tendencias que también debería ir en crecimiento.

A pesar de que la Agricultura Urbana y Periurbana no es una práctica nueva, solo recientemente se ha retomado su importancia como parte de una ciudad resiliente. La agricultura urbana y periurbana 'AUP', puede ser definida como: "el cultivo de plantas y la cría de animales en el interior y en los alrededores de las ciudades" (FAO, 1999)²³, se diferencian en ubicación y extensión.

La Agricultura Urbana hace referencia a los espacios propicios para su uso dentro de la ciudad; a nivel urbano a nivel habitacional, para el cultivo de hortalizas y ganado y aves de corral, para la obtención de leche, huevos y hortalizas para autoconsumo o venta en puntos cercanos; mientras que la Agricultura Periurbana, hace referencia a las unidades de producción agrícola cercanas a una ciudad, puede ser de producción intensiva o no, que cultiva mayor variedad de productos y ganado para la obtención

²² Dickson Despommier. (2010, 2011). Remodeling Nature. En The Vertical Farm. Nueva York: Picador, St. Martin's Press.

²³ FAO. (1999). Cuestiones de la Agricultura Urbana. 2018, de FAO Sitio web: <http://www.fao.org/ag/esp/revista/9901sp2.htm#:~:text=Se%20entiende%20por%20agricultura%20urbana,necesidade s%20de%20la%20poblaci%C3%B3n%20urbana.>

de leche y carne y su distribución y venta a las ciudades más cercanas.(Petts, 2005, p.66).²⁴

A medida que las ciudades crecen, su demanda alimenticia aumenta, sin embargo, el crecimiento de las ciudades conlleva a la disminución de áreas propicias para la agricultura, al incrementarse el valor por m² de los espacios disponibles, lo que hace menos sostenible el desarrollo de la agricultura urbana para abasto dentro de la misma ciudad.

Lo anterior deja a la agricultura urbana y periurbana en una situación no competitiva con el resto de los usos propuestos para la misma superficie, que suponen un margen de ganancias más alto; asegurar el uso de suelo y la habilitación de espacios para fines agrícolas en la zona urbana y periurbana, será necesario para el mantenimiento y expansión de la agricultura urbana; esto es importante tanto por su papel en la seguridad alimentaria de las ciudades, como por su sustento económico (debido al gran número de personas que la practican en la actualidad a nivel urbano).

“Se estima que la ‘UPA’ es llevada a cabo por aproximadamente 200 millones de personas, y de manera informal, por aproximadamente 600 millones de personas en el mundo” (Petts, 2005, p.66)²⁵. Ya sea para venta o autoconsumo; como la mayoría de los países, México no es ajeno a la producción agrícola en el contexto urbano.

En el país, como sucede en otras partes del mundo, las principales dificultades que ha enfrentado el desarrollo de la actividad se relacionan con la falta de capacitación y asesoría, la especulación y la tenencia de la tierra, la falta de apoyo público e incluso la preferencia por modos de vida alejados de cualquier aspecto que rememore el pasado rural. (Vásquez Moreno, 2010, p.34).²⁶

²⁴ André Viljoen. (2005). The economics of Urban and Periurban agriculture. En Continuous Productive Urban Landscapes: designing urban agriculture for sustainable cities(66). Gran Bretaña: Architectural Press, Elsevier.

²⁵ André Viljoen. (2005). The economics of Urban and Periurban agriculture. En Continuous Productive Urban Landscapes: designing urban agriculture for sustainable cities (66). Gran Bretaña: Architectural Press, Elsevier.

²⁶ Vásquez Moreno, L. (2010). La agricultura urbana como elemento promotor de la sustentabilidad urbana. Situación actual y potencial en San Cristobal de las Casas, Chiapas. (maestría). El colegio de la Frontera Norte. Tijuana, B.C., México.

El refuerzo de las prácticas de agricultura urbana, puede permitir un mejor manejo sobre la producción y distribución de los alimentos, parte importante de la seguridad alimentaria. En términos de acceso, el factor de distribución mejoraría al tener parte de la producción en el mismo lugar donde será consumida; esta disminución en las trayectorias que deben pasar los alimentos para llegar al consumidor final, ayudan a reducir la pérdida de alimentos por manejo en las etapas sucesivas de la cadena de suministro de alimentos.

Nota: La pérdida y el desperdicio de alimentos hace referencia a su merma en las etapas sucesivas de la cadena de suministro de alimentos destinados al consumo humano. Esto puede deberse a problemas en la recolección, almacenamiento, embalaje, transporte, infraestructura o a los mecanismos de mercado, o de los precios, así como a los marcos institucionales y legales. (consumoresponsable.org, 2011).²⁷

La pérdida de alimentos que utilizaron recursos naturales para su elaboración y que nunca serán consumidos, enmarcan la situación actual de las carencias del sistema agrícola en varios aspectos; uno de ellos siendo la conexión campo-ciudad.

De acuerdo con Henry Gordon Smith (2017), las formas que toma la agricultura urbana pueden ir desde huertos en balcones, espacios públicos, granjas verticales, espacios en las zonas suburbanas o periurbanas, etc. la selección de la solución (que incluye el nivel de tecnología que se empleará) dependerá de los requerimientos del contexto urbano donde se encuentre.²⁸

La infraestructura hortícola urbana se ha usado con creciente frecuencia desde hace más de 20 años, reintegrando el componente vegetal en las ciudades como uno de los elementos protagónicos (Carter M., 2010,2011)²⁹, abriendo el paso para la reintegración de la agricultura urbana en las ciudades.

²⁷ S.a. (2011). ¿Qué es la pérdida y desperdicio de alimentos? Recuperado: 2018, de consumoresponsable.org Sitio web: <https://consumoresponsable.org/desperdicioalimentario/que-es>.

²⁸ Gerini, Jorge. (2017). ¿Cuál es el futuro de la agricultura urbana en las ciudades? Recuperado: 2019, de Archdaily Sitio web: <https://www.archdaily.mx/mx/883887/cual-es-el-futuro-de-la-agricultura-urbana-en-las-ciudades>.

²⁹ Dickson Despommier. (2010,2011). Foreword by Majora Carter. En The Vertical Farm. Nueva York: Picador, St. Martin's Press.

Una manera de producción agrícola urbana es mediante invernaderos, ya que estos permiten intensificar la producción, manejar las condiciones de temperatura y humedad de crecimiento, así como extender el periodo de producción. Estos por lo general se encuentran en la zona periurbana, donde el costo de la tierra es más bajo que en las zonas urbanas, y las superficies disponibles suelen ser de mayor extensión que en las zonas urbanas.

La creciente necesidad de reintegrar los elementos vegetales en la ciudad, ha llevado a arquitectos, paisajistas y urbanistas, entre otros campos, a proponer el cómo podía llevarse a cabo dicha simbiosis; dando pie a movimientos que buscan enfocarse en la integración biodiversidad vegetal-ciudad, como lo son la 'agricultura vertical', que buscan incorporar la agricultura y mejorar la biodiversidad vegetal, en el ámbito urbano (aprovechando las superficies verticales disponibles en las ciudades) y la 'agritectura', referida como: "el arte, ciencia y negocio de integrar la agricultura a las ciudades" (Gordon-Smith, 2011).³⁰

AGRICULTURA VERTICAL

Desde hidroponía hasta agricultura modular de poca altura, la agricultura vertical como componente de la agricultura urbana es la "práctica de producir alimentos en 'capas' apiladas verticalmente, en superficies verticales inclinadas, o integradas a alguna otra estructura urbana" (De Anda, Shear, 2017).³¹

Así como la agricultura urbana, la agricultura vertical busca reducir el impacto asociado a la agricultura tradicional, y mejorar las condiciones de disponibilidad y acceso de los alimentos; se plantea como una de las formas que puede tomar la agricultura urbana, donde las superficies cultivables sean inexistentes o poco disponibles, cambiando la posición de la superficie cultivable de un medio horizontal a uno vertical.

³⁰ Gordon-Smith, Henry. (2011). What is Agritecture?. Recuperado: 2018, de Agritecture Sitio web:<https://www.agritecture.com/agritecture-definition>.

³¹ De Anda, Jose & Shear, Harvey. (2017). Potential of Vertical Hydroponic Agriculture in Mexico. Sustainability/ Sustainable Agriculture, número especial, 8. 2018, De MDPI <https://www.mdpi.com/journal/sustainability> Base de datos.

En México, la agricultura puede plantearse en zonas metropolitanas donde las superficies cultivables son limitadas y el costo de la tierra es alto; esto incluiría ciudades como Monterrey, Guadalajara, Ciudad de México, etc.³²

A menudo la agricultura vertical hace referencia a la adaptación de las fachadas de edificios, muros colindantes o estructuras auto portantes, para la producción a pequeña escala de algunos productos comestibles; sin embargo, el concepto abarca una amplia variedad de propuestas, que incluyen el cultivo en ambientes controlados al interior, con luz, temperatura y nutrientes precisos (Birkby, 2016), dispuesto en varios niveles.³³

Aplicado junto con la hidroponía, la agricultura vertical permite densificar la producción por m² de superficie disponible y, disminuye el requerimiento hídrico por planta hasta en un 70%, comparado con métodos de cultivo tradicionales. Para la implementación de la agricultura vertical urbana, se plantea la conversión de edificios subutilizados o abandonados, edificios nuevos, terrenos subutilizados, o módulos verticales reciclando contenedores.³⁴

Los sistemas de agricultura vertical se pueden clasificar también por el tipo de estructura que contiene el sistema, esto es, en forma de un edificio o de un módulo prefabricado. Para propósitos de este trabajo, al hablar de edificios destinados a la agricultura vertical (ya sea adaptados o diseñados para ese fin), se hará referencia al término de 'Granja Vertical'.

El término 'Granja Vertical', hace referencia a un fenómeno urbano relativamente nuevo que, con la disponibilidad de cultivar diferentes especies en una estructura de varios niveles usando una superficie reducida para un mayor volumen de producción, es considerada por algunos países desarrollados como una de las soluciones a la falta de tierras en las ciudades y condiciones climáticas cambiantes del presente y futuro próximo.³⁵

Hay un número considerable de granjas verticales que están siendo probadas y estudiadas en algunos países desarrollados, e innovaciones tanto en el ámbito de la agricultura como en

³² De Anda, Jose & Shear, Harvey. (2017). Potential of Vertical Hydroponic Agriculture in Mexico. Sustainability/ Sustainable Agriculture, número especial, 10. 2018, De MDPI <https://www.mdpi.com/journal/sustainability> Base de datos.

³³ Birkby, Jeff. (2016). Vertical Farming. ATTRA Sustainable Agriculture, 1-3. 2018, De ATTRA attra.ncat.org Base de datos.

³⁴ Birkby, Jeff. (2016). Vertical Farming. ATTRA Sustainable Agriculture, 1,2. 2018, De ATTRA attra.ncat.org Base de datos.

^{35,36} De Anda, Jose & Shear, Harvey. (2017). Potential of Vertical Hydroponic Agriculture in Mexico. Sustainability/ Sustainable Agriculture, número especial, 7-9. 2018, De MDPI <https://www.mdpi.com/journal/sustainability> Base de datos.

el de las granjas verticales pueden potencialmente aumentar la eficiencia de los volúmenes de producción y márgenes de ganancia referidos a la agricultura vertical urbana.³⁶

Las granjas verticales se diseñan acorde al tipo de cultivo y sistema que se va a utilizar para dicho cultivo. Hay varias categorías de adecuación tecnológica con la que se puede diseñar una granja vertical, pero de forma general se toman como base las consideraciones para el diseño de un invernadero de media-alta tecnología, contando con: sistemas de iluminación, sensores, controladores, dosificadores, tecnología de riego, bombas de automatización y HVAC.³⁷

³⁷ Birkby, Jeff. (2016). Vertical Farming. ATTRA Sustainable Agriculture, 1. 2018, De ATTRA attra.ncat.org Base de datos.

Este apartado responde al reconocimiento de algunos elementos necesarios para el planteamiento de una 'Granja Vertical' como género de edificio, en este caso, agrupado en 3 temas principales; el primero siendo las aportaciones del Biólogo Dickson Despommier sobre el concepto de granjas verticales, el segundo, referido hacia un reconocimiento de los elementos espaciales y técnicos básicos, necesarios para un invernadero (parte de una granja vertical), y el tercero se refiere al sistema de cultivo, que impacta el diseño de la granja vertical, siendo este la hidroponía.

MARCO TEÓRICO

GRANJA VERTICAL

Entre 2010 y 2011 se erigieron varias granjas de altura media (3-4 niveles) en algunas partes de Asia y Europa, como prototipos, con un enfoque experimental, que buscan probar diversos aspectos de las implicaciones de cultivar en un ambiente controlado en múltiples niveles. (Despommier, 2010, 2011).³⁸

Una de las referencias más conocidas en el campo de la investigación y experimentación de Granjas Verticales, es el Biólogo Dickson Despommier. Sus investigaciones en sistemas alimenticios para las megaciudades y edificios dedicados a la producción de alimentos, han sido utilizados como referencia para varias de las granjas verticales construidas, y proyectos conceptuales que se enfocan en la agricultura vertical urbana de varios niveles.

Sus investigaciones y publicaciones, desde una perspectiva biológico-tecnológica, hacen referencia a consideraciones de forma y función, usos, operatividad, y ventajas de las Granjas Verticales y, entendiendo que se trata de un enfoque multidisciplinario; se toman sus aportaciones como una de las bases del estudio de una Granja Vertical, a partir del cual se concretará la conceptualización arquitectónica del género de edificio, y se determinará que aspectos a los que se hace referencia en sus investigaciones, serán aplicables en el proyecto del presente trabajo.

Despommier menciona en 'The Vertical Farm, Feeding The World in the 21st Century', 11 ventajas generales de las granjas verticales (Despommier, 2010, 2011)³⁹, que también son aplicables a la producción intensiva en invernaderos urbanos; de los cuales se rescatan los que se relacionan al ámbito urbano y arquitectónico.

-Producción de cultivos todo el año

-No fallas por factores climatológicos.

-Se utiliza del 70-95% menos agua que en cultivos tradicionales.

³⁸ Dickson Despommier. (2010, 2011). Afterword. En *The Vertical Farm*. Nueva York: Picador, St. Martin's Press.

³⁹ Dickson Despommier. (2010, 2011). *The Vertical Farm: Advantages*. En *The Vertical Farm*. Nueva York: Picador, St. Martin's Press.

-Disminución considerable de distancias para la distribución de los productos.

-Mayor control de la salubridad de los cultivos

-Purificación de aguas grises a agua potable

En términos del planteamiento de la forma, después de un prototipo experimental Despommier observó, en 'The Vertical Farm, Feeding the World in the 21st Century', 4 temas principales que considera que los diseñadores e ingenieros deberían incluir en cualquier versión de granja vertical; y serían los siguientes (Despommier, 2010,2011)⁴⁰:

1.- Captar la luz solar y dispersarla uniformemente.

2.- Incluir forma de energía pasiva.

3.- Diseño 'barrera' para la protección de los cultivos. (para la seguridad y salubridad de los cultivos)

4.- Maximizar la superficie de los cultivos.

Asimismo, se menciona que, en su configuración más completa, la granja vertical consistiría en un complejo de edificios en proximidad (Despommier, 2010,2011); siendo el edificio para cultivar alimentos (granja vertical) solo uno de los componentes, y se mencionan algunos de los espacios que se consideran necesarios en el complejo. Por razones de control biológico de algunos de los espacios, se propone que no se encuentren dentro de la misma estructura que la producción de alimentos.⁴¹

Se presenta a continuación una recopilación breve de los puntos más relevantes expuestos por el autor, considerados para la conceptualización de la 'Granja Vertical' como género de edificio.

^{40,41}Dickson Despommier. (2010, 2011). The Vertical Farm: Form and Function. En The Vertical Farm. Nueva York: Picador, St. Martin's Press.

Uno de los puntos pretende que el modelo de la granja vertical diseñada sea modular, replicable, fácil de operar, con una alta adaptabilidad de los espacios y asequibles. La altura propuesta para las granjas se considera como media altura (para propósitos de este trabajo, se tomará la consideración de media altura, entre 3-5 niveles) y poca profundidad, para las zonas de cultivo, orientación norte-sur, ambientes cerrados y controlados, e hidropónia como sistema de cultivo (Despommier, 2010,2011)⁴². Estas premisas, serán consideradas al abordar la propuesta formal del presente trabajo, evaluando su factibilidad en el contexto.

INVERNADEROS

Dado que la mayor consideración para un invernadero, es mantener el medio de crecimiento de las plantas estable⁴³, la granja vertical se apoya en el conocimiento de los invernaderos de media-alta tecnología para su planteamiento, pues como base debe cumplir con los requerimientos funcionales de un invernadero, adaptado a una estructura vertical.

Conocer las consideraciones básicas para el diseño y construcción de un invernadero, permitirá extrapolarlas para su aplicación en el diseño de una granja vertical, como una primera aproximación.

Se consideran al respecto, de acuerdo con el autor Roger Marshall en 'How to build your own greenhouse'⁴⁴, algunas consideraciones básicas en el diseño de un invernadero, que se han desglosado, para propósitos de este trabajo, en 6 temas:

1.- Orientación. La ubicación del invernadero y sus elementos colindantes deberán permitir paso suficiente de luz solar al interior, lo que no solo tendrán un efecto en la cantidad de luz

⁴² Dickson Despommier. (2010, 2011). The Vertical Farm: Form and Function. En The Vertical Farm. Nueva York: Picador, St. Martin's Press.

⁴³ Marshall R.. (E-book version 2016). Controlling the Greenhouse Environment. En How to build your own greenhouse. Designs and Plans to Meet your Growing Needs (49). North Adams, MA: Storey Publishing.

⁴⁴ Marshall, R. (E-book version 2016). How to build your own greenhouse. Designs and Plans to Meet your Growing Needs. North Adams, MA: Storey Publishing.

que recibirá, también estará relacionado con el recubrimiento que va a necesitar y sus condiciones de temperatura, humedad y ventilación.⁴⁵

2.- Recubrimiento. Generalmente referido al material de las fachadas y cubierta de un invernadero, se puede elegir dependiendo de diferentes criterios, como la cantidad de luz que deja pasar, su durabilidad general, la resistencia a impactos el aislamiento que tenga, etc.⁴⁶

3.- Temperatura, Humedad y Ventilación. El recubrimiento de un invernadero, junto con los factores ambientales del exterior, van a afectar el microclima interno, por lo que es importante contar con sistemas de regulación de temperatura y humedad, y un sistema de ventilación.

El correcto aislamiento de un invernadero, reduce las variaciones de temperatura y humedad, y mantener una temperatura constante en un invernadero⁴⁷; lo que se puede lograr por medios activos o pasivos.

En términos de ventilación, la importancia de mantener en circulación el aire dentro del invernadero y hacia el exterior, permite, junto con la regulación de la temperatura, la prevención de formación y esparcimiento de plagas; para lo cual, se sugiere que la superficie de ventilación sea al menos un 25% de la superficie del recubrimiento, si se añaden filtros o telas, se considera un 20% adicional (Marshall, 2016).⁴⁸

4.-Control de temperatura, humedad y ventilación. Los sistemas de control ambiental del invernadero, precisan en su mayoría ser automatizados, lo que incluye a los distintos aparatos y sistemas de medición como medidores de conductividad, PH, luxómetro,

⁴⁵ Marshall R.. (E-book version 2016). Questions to Ask before You Begin. En How to build your own greenhouse. Designs and Plans to Meet your Growing Needs (6). North Adams, MA: Storey Publishing.

⁴⁶ Marshall R.. (E-book version 2016). Questions to Ask before You Begin. En How to build your own greenhouse. Designs and Plans to Meet your Growing Needs (6). North Adams, MA: Storey Publishing.

⁴⁷ Marshall R.. (E-book version 2016). Choosing the Greenhouse Site, Size and Interior Layout. En How to build your own greenhouse. Designs and Plans to Meet your Growing Needs (37). North Adams, MA: Storey Publishing.

^{48,49} Marshall R.. (E-book version 2016). Controlling the Greenhouse Environment. En How to build your own greenhouse. Designs and Plans to Meet your Growing Needs (62). North Adams, MA: Storey Publishing.

fotómetro y termostatos⁴⁹; optimizando y automatizando los procesos de regulación ambiental.

Refiriéndose a los medios activos del control ambiental, las consideraciones a tomar para los aparatos de ventilación y extracción, van referidas a la cantidad de aire que se puede mover por minuto, el volumen de aire del invernadero, y la velocidad a la que puede operar para mantener una temperatura constante⁵⁰.

5.-Instalaciones. Un invernadero tiene como consideraciones básicas el sistema hidrosanitario y el sistema eléctrico; dependiendo de su ubicación y requerimientos específicos se considerarán las instalaciones necesarias.

En el sistema hidrosanitario se incluye el manejo de las aguas residuales del invernadero, empleadas para el riego de las plantas (si lo requiere el sistema de cultivo) y el de las funciones operativas del invernadero.⁵¹

En cuanto al sistema eléctrico, se considera la instalación para el mantenimiento de las condiciones climáticas específicas del invernadero, la instalación de usos generales y la instalación de iluminación adicional / complementaria para las plantas⁵² (véase ANEXO, figura 1).

6.-Sistema estructural. Se busca que la estructura de un invernadero, sea ligera para que no interfiera con la luz solar que recibe el invernadero al interior⁵³, de materiales resistentes a la humedad, o bien con un tratamiento que prevenga la corrosión y deterioro de la estructura por exposición a los elementos.

^{50,51} Marshall R.. (E-book version 2016). Controlling the Greenhouse Environment. En How to build your own greenhouse. Designs and Plans to Meet your Growing Needs (49-70). North Adams, MA: Storey Publishing.

⁵² Marshall R.. (E-book version 2016). Controlling the Greenhouse Environment. En How to build your own greenhouse. Designs and Plans to Meet your Growing Needs (53-60). North Adams, MA: Storey Publishing.

⁵³ Marshall R.. (E-book version 2016). Questions to Ask before You Begin. En How to build your own greenhouse. Designs and Plans to Meet your Growing Needs (6). North Adams, MA: Storey Publishing.

HIDROPONÍA

Las granjas verticales se plantean generalmente con cultivos sin tierra, por razones estructurales, y de eficiencia de cultivos (uso del agua y tiempo de cosecha), por lo que suele considerarse alguna forma de cultivo hidropónico.

Hidroponía, es un conjunto de técnicas que permite el cultivo de plantas en un medio libre de suelo...Un cultivo hidropónico es un sistema aislado del suelo, utilizado para cultivar plantas cuyo crecimiento es posible gracias al suministro adecuado de los requerimientos hídriconutricionales, a través del agua y solución nutritiva. (Beltrano et al, 2015).⁵⁴

El entendimiento del sistema de cultivo hidropónico no solo es importante por ser el medio de cultivo de la 'Granja Vertical', sino porque su funcionamiento y requerimientos, serán elementos del programa arquitectónico (tanto en requerimientos espaciales como instalaciones).

Referente a cómo funciona el sistema hidropónico general, podemos identificar los siguientes componentes generales de acuerdo con Escuder, Yolanda, en 'Componentes del sistema hidropónico'⁵⁵:

1.- Medios de Cultivo; referido al sustrato sobre el cual va a crecer la planta⁵⁶, no tiene requerimientos espaciales característicos; dependiendo del volumen es requerirá de espacios de almacenado.

2.- Sensores; Este componente de un sistema hidropónico automatizado, que acciona y controla los sistemas e instalaciones.

⁵⁴ Beltrano et al. (2015). Cultivo en hidroponía. BA, Argentina: Edulp.

⁵⁵ Bosque Escuder, Y. (2009). Componentes del sistema hidroponico. 2018, de El Balcón Verde Sitio web: <https://elbalconverde.com/2009/05/componentes-del-sistema-hidroponico.html>.

⁵⁶ S.A. (2020). Medios de cultivo. 2020, de Hidroponia.info Sitio web: <http://hidroponia.info/medios-de-cultivo/>.

3.- Circuito de Agua; Esta parte de un sistema hidropónico es la que distribuye la solución nutritiva y circula la solución haciendo uso de un sistema hidráulico⁵⁷ para su re-balanceo o descarga, se hace el retorno del agua y se regresa al sistema después de que se ha balanceado.

Su complejidad depende del sistema que se ha seleccionado; para que los componentes principales de un circuito de agua funcionen, se requiere de un lugar para almacenar la solución nutritiva y el agua para re balanceo, instalaciones que permitan contener los nutrientes cerca de los tanques de agua para el balanceo y re balanceo⁵⁸, instalaciones hidráulicas y sanitarias para llevar y regresar la solución, y el sistema de riego conectado a las instalaciones hidráulicas.

De acuerdo al sistema de riego, se requieren distintas soluciones para las instalaciones hidráulico-sanitarias de las granjas verticales, se profundizará sobre la combinación de 2 sistema; aeroponía y sistema de columnas. Este tipo de sistemas son más convenientes para una amplia variedad de diseños de granjas verticales que hacen énfasis en el mayor aprovechamiento de luz solar por superficie.

-Aeroponía: En este sistema, las raíces están suspendidas dentro de una cámara de aspersión sellada, donde la solución nutritiva se hace llegar por nebulización unos cuantos segundos cada par de minutos⁵⁹, este sistema permite un manejo más eficiente de la solución nutritiva, en el circuito de agua, y tener circuitos más ligeros, al requerir menos agua para operar.

-Sistema por Columnas: Este sistema surge a partir de la aplicación de los sistemas tradicionales de hidroponía en un diseño vertical; permite la alta producción por unidad de área; las columnas generalmente son tubos de PVC (o similar) de 6 u 8" de diámetro. En cada columna de 10 macetas apiladas se pueden cultivar en promedio 40 plantas (Lamolina.edu, s.f).⁶⁰

⁵⁷ Bosque Escuder, Y. (2009). Componentes del sistema hidropónico. 2018, de El Balcón Verde Sitio web: <https://elbalconverde.com/2009/05/componentes-del-sistema-hidroponico.html>.

⁵⁸ Baras, Tyler. (2018). DIY Hydroponic Gardens. Edición Kindle: Cool Springs Press.

⁵⁹ Baras, Tyler. (2018). Hydroponic Growing Systems. En DIY Hydroponic Gardens(-). Edición Kindle: Cool Springs Press.

⁶⁰ Universidad Nacional Agraria LA MOLINA. (s.f). Sistema Vertical o de Columnas. 2019, de Universidad Nacional Agraria, La Molina Sitio web: http://www.lamolina.edu.pe/hidroponia/sistema_columnas.htm.

Se tiene entonces que, tanto el cultivo en si, como el sistema tienen requerimientos arquitectónicos que deben considerarse en el planteamiento del programa arquitectónico y diagramas generales.

SINOPSIS E INTEGRACIÓN

El compendio de las ideas y teorías principales desarrolladas en el marco teórico, facilitan la integración de las partes en una sola línea de desarrollo; por lo cual, se considera la sinopsis e integración de los temas de: agricultura vertical, granjas verticales, invernaderos e hidroponía, como un paso importante previo a la conceptualización del proyecto.

-Agricultura vertical: Planteado como una de las formas que puede tomar la agricultura urbana donde las superficies cultivables son inexistentes o poco disponibles, hace uso de las superficies verticales disponibles en los elementos arquitectónicos de la ciudad, para desarrollar la agricultura urbana. Esto puede ser mediante la adaptación de fachadas en edificios existentes o bajo el planteamiento de nuevas estructuras.

-Granjas Verticales: Este reciente género de edificio es parte de las propuestas de aplicación de la agricultura vertical; está diseñado para albergar y reproducir distintas especies vegetales en su ambiente óptimo con múltiples propósitos (uno de ellos, la producción de alimentos) en estructuras de poca altura (3-5 niveles) y un ambiente controlado.

Formalmente, debe ser una estructura que permita maximizar la superficie cultivable al tiempo que permita la captación y distribución uniforme de luz solar, con poca profundidad. La Granja Vertical debe diseñarse para ser un modelo replicable y permita su colocación en distintos puntos de un ambiente urbano, así como una construcción fácil y modular; en su configuración más completa, la Granja vertical consiste en un complejo de edificios dedicados a aspectos complementarios de la agricultura urbana.

-Invernaderos: El objetivo principal de un invernadero es mantener un medio de crecimiento de las plantas estable en un método de cultivo determinado, para lo cual convergen aspectos biológicos, tecnológicos, arquitectónicos y estructurales. Tecnológicamente se debe considerar a que nivel se manejarán los sistemas de control ambiental y automatización;

formalmente, el diseño del invernadero debe considerar la orientación, los materiales (haciendo énfasis en los materiales del recubrimiento), los factores ambientales (temperatura, humedad y ventilación), las instalaciones y la estructura.

-Hidroponía: Este método de cultivo permite utilizar soluciones minerales en lugar de suelo agrícola para el cultivo de plantas. Su componente principal es el circuito de agua (sistema de riego), cuyas partes se traducen en requerimientos de instalaciones; de los diversos sistemas de riego disponibles, se considera una combinación entre aeroponía (riego por aspersión en intervalos de tiempo) junto con el sistema por columnas (cultivo en elementos verticales auto portantes), adecuados para el planteamiento de aprovechar las superficies verticales.

Previo a la integración de conceptos, se presenta de forma gráfica, como se relacionan los temas entre sí, y en que partes del otro influyen:

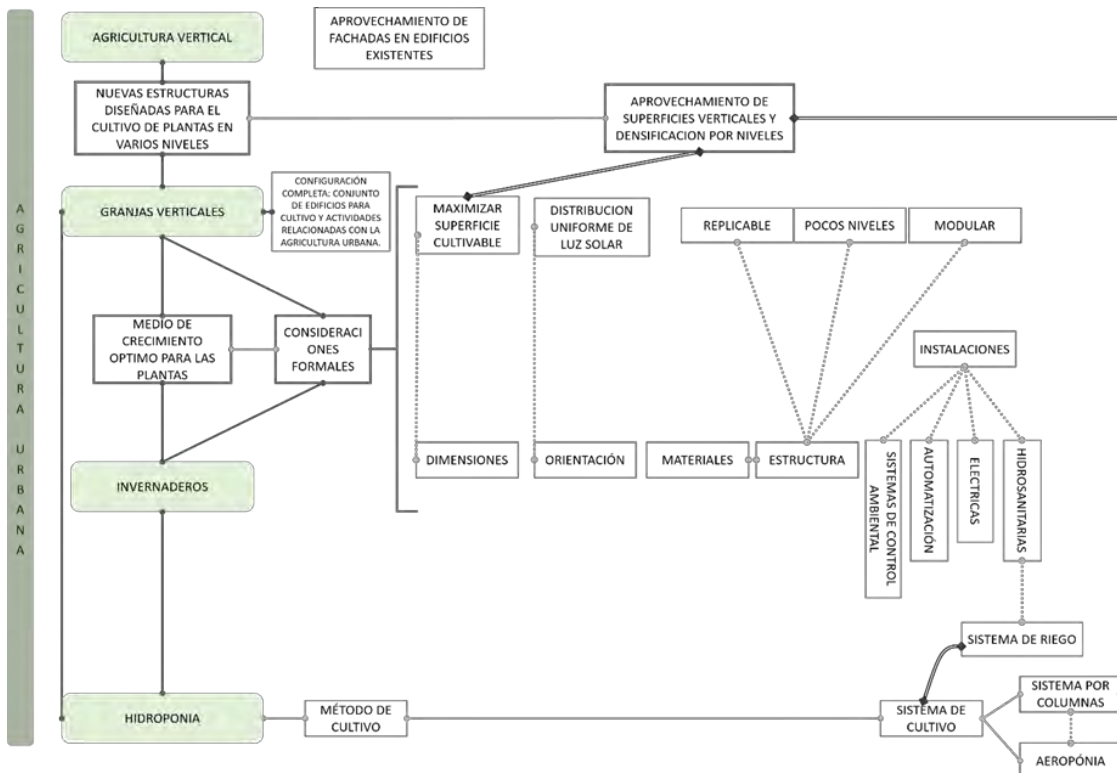


Figura 1. Síntesis e integración de Marco teórico. Autoría propia.

Los elementos que se consideran centrales para la unificación de las partes son; estructuras diseñadas para el cultivo de plantas en varios niveles, el aprovechamiento de superficies verticales y densificación de cultivo y un medio de crecimiento óptimo para las plantas, cada una con sus respectivas ramificaciones. Se enlistan de forma puntual los puntos que se relacionan entre sí, de los 4 conceptos del marco teórico que se consideran para lo que será la propuesta de la 'Granja Vertical' como género de edificio.

-Espacios diseñados para el cultivo de plantas en múltiples niveles con poca superficie de desplante.

-Medio de crecimiento óptimo para las plantas.

-Hidroponía como método de cultivo.

-Consideraciones de la estructura hacia una propuesta modular, replicable y de pocos niveles.

-Consideraciones de dimensionamiento para maximizar la superficie cultivable.

-Orientación para la distribución uniforme de luz solar

-Consideraciones de instalaciones para cubrir con los requerimientos de un invernadero de media-alta tecnología.

Si bien la agricultura urbana es una actividad practicada bajo diferentes matices en toda la república, “...la mayoría de los estudios relativos al desarrollo de la agricultura dentro de las ciudades en la república se concentran en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México...” (Vásquez Moreno, 2010)⁶¹, su condición como metrópoli, la convierte en una pionera necesaria, cuyo estudio de su desarrollo y propuestas de solución a los problemas actuales que presenta, modelan las posibles soluciones a futuro para otras ciudades de México; dado que la tendencia apunta a una mayor ocupación de las ciudades en los próximos años.

EL CONTEXTO: CDMX

⁶¹ Vásquez Moreno, L. (2010). La Agricultura Urbana como elemento promotor de la sustentabilidad urbana. Situación actual y potencial en San Cristóbal de las Casas, Chiapas (p.33). (Tesis de Maestría). El Colegio de la Frontera Norte, Tijuana, B.C., México

- Sobre la agricultura en la Ciudad de México.

Siendo que se tiene un entendimiento más completo de la situación de la agricultura urbana y periurbana ('AUP') en la ciudad de México, y que las recientes iniciativas para reactivar y re integrar la agricultura urbana en las ciudades, ha tenido mayor difusión en dicha ciudad, se eligió esta para el desarrollo de la propuesta del presente trabajo.

La distribución de la producción agrícola en la ciudad, no se trata de una actividad homogénea; para efectos del desarrollo de la agricultura urbana en la Ciudad de México, se reconocen 4 zonas de acuerdo con Dieleman H. en el 'Journal of cleaner production 163'; siendo, la zona periurbana, suburbana, intraurbana e intraurbana colonial (Dieleman, 2016).⁶²

Sintetizando dichas zonas tenemos que la distribución del desarrollo de la agricultura urbana para la ciudad se da en la zona periurbana (principalmente al sur de la ciudad, en comunidades como Milta Alta, San Mateo, Magdalena Contreras, etc⁶³), la zona suburbana (ubicada en el perímetro entre la zona periurbana e intraurbana en localidades como Xochimilco, Tlahuac y desarrollos habitacionales perimetrales⁶⁴) y la zona intraurbana (caracterizada por estar densamente poblado e infraestructura urbana con una mezcla de usos).

En términos de producción de alimentos, la agricultura urbana provee a la ciudad de México con aproximadamente el 20% de los alimentos que consume (Dieleman, 2016)⁶⁵, lo que

⁶² Dieleman, H. (2016). Urban agriculture in Mexico City; balancing between ecological, economic, social and symbolic value. Journal of Cleaner production, 163, S156-S163. 2018, De ELSEVIER <https://www.journals.elsevier.com/journal-of-cleaner-production> Base de datos.

^{63,64} Dieleman, H. (2016). Urban agriculture in Mexico City; balancing between ecological, economic, social and symbolic value. Journal of Cleaner production, 163, S156-S163. 2018, De ELSEVIER <https://www.journals.elsevier.com/journal-of-cleaner-production> Base de datos.

⁶⁵ Dieleman, H. (2016). Urban agriculture in Mexico City; balancing between ecological, economic, social and symbolic value. Journal of Cleaner production, 163, S156-S163. 2018, De ELSEVIER <https://www.journals.elsevier.com/journal-of-cleaner-production> Base de datos.

supone una aportación si bien considerable en el presente, no suficiente para cumplir con las proyecciones de desarrollo a futuro.

Dicha producción se concentra principalmente en la zona periurbana, que cuenta con ~300km² de tierras de cultivo que representan casi un 20% de la superficie de la ciudad (FAO, 2014, como se citó en Dieleman, 2016)⁶⁶, en parcelas de 1-3 Ha, y la zona suburbana en menor medida. La producción en la zona periurbana y suburbana incluye algunos granos, vegetales y diversas fuentes de proteína animal.⁶⁷

Respecto a esta producción, la agricultura periurbana y suburbana presenta varios problemas que, en un futuro cercano pueden llegar a impactar el volumen de producción alimenticia que tiene la ciudad, de manera no favorable.

Uno de los problemas a los que se hace referencia es sobre la expansión urbana, ya que trae consigo un significativo cambio en los usos de suelo de la ciudad, al tomar parte de las tierras dedicadas al cultivo para cambiarlo por desarrollo urbano y suelos de conservación, lo que disminuye las superficies cultivables en la ciudad, especialmente en la zona periurbana y suburbana⁶⁸, esto tiene un efecto sobre la intensidad de las prácticas agrícolas y el volumen de producción.

Lo anterior, junto con los problemas que enfrentan los agricultores en la actualidad por los efectos del cambio de las condiciones climáticas sobre los cultivos y la presión por mantener sin variación los precios de mercado, hacen de la agricultura urbana en términos de empleo y generación de ingresos, una actividad poco viable, lo que pondría en riesgo a la actividad agrícola (por falta de incentivos apropiados y márgenes de ganancia insuficientes).

⁶⁶ Dieleman, H. (2016). Urban agriculture in Mexico City; balancing between ecological, economic, social and symbolic value. *Journal of Cleaner production*, 163, S156-S163. 2018, De ELSEVIER <https://www.journals.elsevier.com/journal-of-cleaner-production> Base de datos.

⁶⁷ Dieleman, H. (2016). Urban agriculture in Mexico City; balancing between ecological, economic, social and symbolic value. *Journal of Cleaner production*, 163, S156-S163. 2018, De ELSEVIER <https://www.journals.elsevier.com/journal-of-cleaner-production> Base de datos.

⁶⁸ Dieleman, H. (2016). Urban agriculture in Mexico City; balancing between ecological, economic, social and symbolic value. *Journal of Cleaner production*, 163, S156-S163. 2018, De ELSEVIER <https://www.journals.elsevier.com/journal-of-cleaner-production> Base de datos.

- Sobre la situación del agua y la 'AUP' en la Ciudad de México.

La situación del agua en la ciudad de México, afecta la producción agrícola urbana, así como las distintas actividades en toda la ciudad. La sobreexplotación de los acuíferos, fuente principal de abastecimiento de agua de la ciudad, repercuten en la capacidad de abastecimiento de agua en la ciudad, y la expansión urbana hacia los sitios de recarga de acuíferos, y la canalización de aguas pluviales al drenaje, indican que este desequilibrio se profundizará. (Guerrero, Rives, et al., 2009).⁶⁹

Estos factores ponen en riesgo la producción de alimentos en el ámbito urbano para la ciudad de México, especialmente en las zonas periurbana y suburbana, cuyas prácticas agrícolas dependen en su mayoría de la extensión territorial suficiente, factores climatológicos y disponibilidad de agua.

- Sobre la agricultura Intraurbana en la Ciudad de México

La agricultura intraurbana por su parte, es la agricultura urbana realizada por los habitantes de la ciudad, en los espacios residuales o subutilizados de los edificios o áreas públicas⁷⁰. Las iniciativas respecto a la reactivación de la agricultura intraurbana han tomado lugar principalmente en la delegación Cuauhtémoc, generado proyectos y espacios como los que se describen brevemente a continuación:

-Huerto Romita. Ubicado en la colonia Roma Norte de la delegación Cuauhtémoc, concebido para promover la agricultura urbana; produce a nivel demostrativo y, su función se centra mayormente a la difusión de la agricultura urbana y la capacitación.⁷¹

-Huerto Roma Verde. Ubicado en la Colonia Roma sur, de la delegación Cuauhtémoc, se trata de la adopción y conversión de un terreno subutilizado, en un huerto urbano basado en la permacultura. Su función primaria no es la producción de hortalizas para venta y consumo, y

⁶⁹ Guerrero, Rives, et al. (2009). El agua en la Ciudad de México. Ciencias, 94, 17-23. 2018, De <http://www.revistas.unam.mx/index.php/cns/article/view/14848> Base de datos.

⁷⁰ Dieleman, H. (2016). Urban agriculture in Mexico City; balancing between ecological, economic, social and symbolic value. Journal of Cleaner production, 163, S156-S163. 2018, De ELSEVIER <https://www.journals.elsevier.com/journal-of-cleaner-production> Base de datos.

⁷¹ MXCity. (2014). Aprende agricultura urbana en el Huerto Romita. 2018, de MXCITY Guia Insider Sitio web: <https://mxcity.mx/2014/07/aprende-agricultura-urbana-en-el-huerto-romita/>.

funciona tanto como espacio de difusión y capacitación de la agricultura urbana como espacio cultural.⁷²

-Huerto Tlatelolco. Se ubica en la Colonia Tlatelolco, dentro de la delegación Cuauhtémoc. Este proyecto difiere de los dos anteriores en el origen de la superficie sobre la que se desplanta, correspondía al área de desplante del edificio Oaxaca, del conjunto urbano Nonoalco Tlatelolco. Con 1650 m², cuenta con más de 90 variedades de plantas comestibles, incluidos árboles frutales (Ponce, 2018)⁷³. Tiene una fuerte función educativo respecto al cultivo de hortalizas en la ciudad la alimentación y la salud, y su extensión permite la venta de parte de la cosecha. Su ubicación, dentro de un conjunto altamente densificado tiene una función considerable dentro del tejido social donde se encuentra.

Los ejemplos de agricultura urbana que se describen previamente se concentran en una de las delegaciones con mayor aceptación y difusión de la agricultura urbana como actividad importante en el desarrollo de una ciudad; aunque su impacto en términos de producción de alimentos para venta y consumo dentro de la ciudad, son limitados. Se aprecian dos de las modalidades más comunes para el desarrollo de la agricultura intraurbana, que son la conversión de lotes subutilizados dentro del tejido urbano y el aprovechamiento de terrazas y azoteas en algunos edificios.

⁷² Huerto Roma Verde. (s.F). Proyectos. 2018, de Roma Verde, Espacio comunitario Sitio web: <https://huertoromaverde.org/>.

⁷³ Ponce, P. (2018). 6 huertos urbanos que debes conocer en la CDMX. 2018, de Gourmet de México Sitio web: <https://gourmetdemexico.com.mx/turista-gastronomico/6-huertos-urbanos-que-debes-conocer-en-la-cdmx/>.

VALORACIÓN

La expansión de la mancha urbana, el cambio de uso de suelo, incluyendo el aumento de las zonas de conservación y la apremiante condición de la disponibilidad de agua en la ciudad, influyen en el problema que presenta la agricultura urbana y periurbana para la ciudad de México. La permanencia o mejora del volumen de producción que pueda tener la ciudad de México depende no solo de una revisión de la situación de la agricultura periurbana, sino también del refuerzo de los alcances de la agricultura intraurbana en la ciudad.

Los casos de agricultura intraurbana desarrollados en la CDMX, son importantes porque actúan como promotores de la agricultura urbana cumpliendo un papel social y educativo, aunque no logran cumplir un papel como productores agrícolas para consumo en la ciudad de manera significativa; esto significa que, acercarse al papel que tiene la agricultura periurbana en la ciudad, requiere de un replanteamiento de las prácticas de la agricultura intraurbana presentes, para volverla productiva, en términos de producción alimenticia para consumo en la ciudad, manteniendo las cualidades educativas y sociales que ya tiene, y asimismo descentralizar los proyectos de agricultura intraurbana llevándolos más allá de la colonia Cuauhtémoc de la Ciudad de México.

Considerando esto, la importancia de la valoración entre el contexto y el marco teórico radica en que, de esta manera, la síntesis de elementos hechos previamente del marco teórico, pueden complementarse con las circunstancias específicas observadas en el contexto, para la elaboración de una propuesta que corresponda a las circunstancias presentes de la ciudad de México. Se reitera que los conceptos centrales sobre los que se establece el desarrollo del proyecto aplicado a la ciudad de México son: la agricultura urbana vertical, la difusión de los métodos de agricultura urbana, las granjas verticales y la hidroponía.

Dando pie al planteamiento del objeto de estudio de la siguiente manera:

Un modelo de agricultura urbana vertical, que tome los aspectos de la agricultura intraurbana de la CDMX, como punto de partida y se integre con el componente de la agricultura periurbana de la ciudad (referido al volumen de producción).

El medio para lograr estos objetivos es un conjunto de agricultura intraurbana que cuente con elementos de agricultura vertical para corresponder al aspecto de densidad de producción, propio de la agricultura periurbana; que se integre a un programa característico de agricultura intraurbana de la ciudad de México, por medio de la habilitación de las áreas verdes disponibles del conjunto; así, se busca desarrollar una propuesta que converja de alguna manera, en los siguientes puntos clave:

-Concepto de 'Complejo de Granja Vertical' (referido en el Marco Teórico) donde se plantean edificios y espacios anexos con funciones complementarias a los volúmenes de producción destinados al cultivo. Este concepto engloba los elementos aportados por la agricultura periurbana e intraurbana de la Ciudad de México en un planteamiento unificado.

-Agricultura Vertical+Horizontal. Es importante que la agricultura vertical se complemente con elementos que caracterizan a la agricultura intraurbana en términos de interacción con el espacio por lo que se considera importante plantear una integración entre la concentración de la producción agrícola en volúmenes verticales de producción y áreas verdes destinadas a la agricultura que se integren al espacio público, y faciliten algunas de las funciones educativas y sociales que tiene la agricultura intraurbana en la ciudad de México.

-El riego en la agricultura y la situación del agua en la ciudad de México. El planteamiento de la producción agrícola en una ciudad cuyos recursos hídricos se encuentran en una creciente situación de escasez, requiere abordarse desde una propuesta deliberada de optimización del consumo de agua, lo cual que puede abordarse desde el método de obtención de agua, su manejo y el consumo por el método de cultivo; en este caso se considera importante el mayor aprovechamiento de la escorrentía pluvial dentro del conjunto junto con la hidroponía como método de cultivo principal, facilitando un uso más eficiente de dicho recurso, por volumen de producción.

SOBRE EL SITIO

Para la elección del sitio donde se plantea el proyecto considerando los puntos mencionados en el contexto, se busca en primera instancia extender la influencia y participación que tiene la agricultura urbana en la Delegación Cuauhtémoc, a otras delegaciones de la zona intraurbana con características similares; para lo cual se consideró a la Delegación Coyoacán.

La delegación de Coyoacán tiene características geográficas y poblacionales importantes para el desarrollo de propuestas relacionadas con la agricultura y paisaje urbano dentro de la ciudad. Su ubicación, en el centro de la ciudad, marca el cambio entre la zona suburbana y periurbana al sur-sureste de la ciudad y la zona intraurbana al norte-noreste.

Si bien es considerada como parte de la zona intraurbana de la ciudad, su ubicación y características poblacionales le permiten tener un vínculo más cercano con la zona suburbana y periurbana de la ciudad, donde se lleva a cabo la mayor parte de la agricultura urbana comercial en la ciudad.

Coyoacán alberga importantes zonas verdes que contrastan con el paisaje urbano del resto de la zona intraurbana; cuenta con extensiones territoriales considerables dentro de la delegación dedicados a la vegetación y la fauna.

Características climatológicas

De acuerdo con el INEGI (2018), la delegación de Coyoacán cuenta con un clima templado sub-húmedo; con un rango de temperatura promedio entre los 14°-18°C. Se registran temperaturas mínimas cercanas a los 2°C y máximas cercanas a los 30°C. El rango de precipitación va de 600-900 mm.⁷⁴

De acuerdo con el Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de Coyoacán (1997), se describen a continuación los siguientes datos:

⁷⁴ INEGI. (s.F). Clima. 2018, de INEGI Sitio web: <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/df/territorio/clima.aspx?tema=me&e=09>.

➤ Infraestructura Urbana.

Respecto al abastecimiento de agua potable, se indica que la delegación Coyoacán se encuentra abastecida en su totalidad, donde aproximadamente un 84.95% de la población cuenta con agua entubada en la vivienda y un 12.8% con agua entubada al límite del predio.⁷⁵

En términos de energía eléctrica y alumbrado público, la delegación cuenta con una cobertura aproximada del 98.54%; y en drenaje, el 92.19% de la delegación se encuentra conectada a la red de drenaje, exceptuando un ~6.5% que, por las características del suelo, no se encuentra conectado a la red de drenaje.⁷⁶

➤ Equipamiento urbano.

Referido al equipamiento relacionado con el proyecto de agricultura vertical intraurbana, la delegación de Coyoacán cuenta con 22 mercados públicos; los tianguis de acuerdo con COABASTO (citado de PDDU Coyoacán,2010)⁷⁷ cubren las zonas más densamente pobladas, instalándose en 102 ocasiones en diversos puntos a lo largo de la semana; aproximadamente 19 tiendas de autoservicio y varios centros comerciales.

En términos de preservación de áreas verdes, se encuentran principalmente; la reserva ecológica del pedregal de San Ángel, Viveros de Coyoacán y el área de conservación de ciudad universitaria (INAFED).⁷⁸

^{75,76,77}S. A. (2010). Programa Delegacional de Desarrollo Urbano para la Delegación Coyoacán. Gaceta Oficial del Distrito Federal, No. 901 Tomo II.

⁷⁸ INAFED. (s.F). Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México, Delegación del Distrito Federal Coyoacán. 2018, de Gobierno México Sitio web: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM09DF/delegaciones/09003a.html>.

➤ Vialidad y transporte.

La delegación se comunica por importantes arterias viales con el resto de la ciudad, y al interior de Coyoacán se reconocen 9 arterias principales que la cruzan tanto longitudinal como transversalmente (véase figura 2)



Figura 2. Vialidades principales de la delegación y ubicación general del sitio para el planteamiento del proyecto. Tomada de: <http://www.sideso.cdmx.gob.mx/documentos/EVALUA/2010/Coyoacan.jpg>, en septiembre, 2019.

En transporte, Coyoacán cuenta con 3 líneas del metro que comunican al interior de la delegación (línea 2, 3 & 12), la línea 1 de metrobús que se desplaza sobre insurgentes y varias rutas de microbús, trolebús y RTP.

- Sobre el predio.

Para situar el proyecto se buscó que el lugar tuviera una buena conectividad en términos de vialidades y transporte, que su ubicación permitiera el vínculo con alguna institución educativa y se situara cerca de alguna unidad habitacional multifamiliar donde una densidad poblacional más elevada suponga una interacción más estrecha entre población-zona agrícola urbana. La zona seleccionada se encuentra dentro de la delegación Romero de Terreros (Véase figura 3).

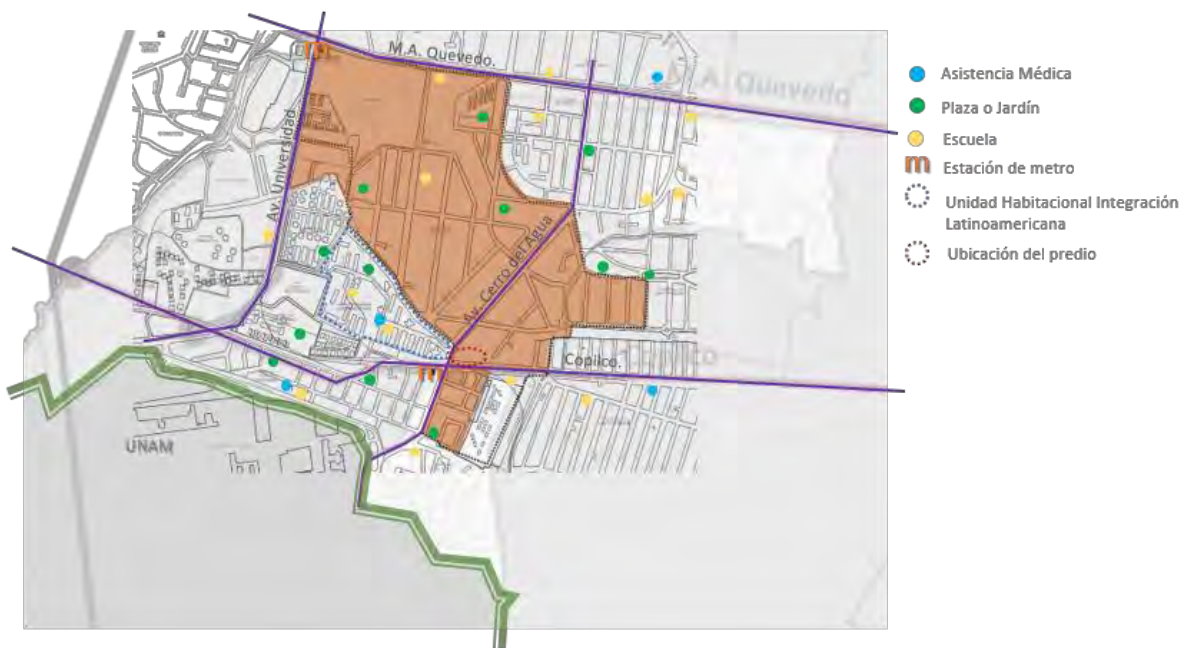


Figura 3. Características de la colonia Romero de Terreros y ubicación del predio del proyecto.
Tomada de: http://sideso.sdmx.gob.mx/documentos/ut/COY_03-073-1_C.pdf, en septiembre, 2019.

Se observa que la colonia cuenta con unidades de asistencia médica, plazas y jardines, unidades educativas y unidades multifamiliares; la presencia de mercados públicos se encuentra más alejado del perímetro de la colonia, por lo que el planteamiento de un punto de venta dentro del desarrollo del proyecto será considera adecuado.

De acuerdo con el Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de Coyoacán, la colonia Romero de Terreros no se encuentra registrada dentro de las zonas de la delegación con asentamientos irregulares, ni con elementos de valor histórico, artístico y/o patrimonial.⁷⁹

Las características climatológicas de la delegación son aplicables a la colonia Romero de Terreros. Respecto a los vientos dominantes en la colonia Romero de Terreros, la dirección identificada es Noroeste-Suroeste.⁸⁰

- Sobre el predio.

El predio seleccionado se ubica en Eje 10 Sur, Av. Cerro del agua, Col. Manuel Romero de Terreros. CP. 04310. (véase figura 4)



Figura 4. Ubicación del predio dentro de la colonia y estado actual, Tomada de <https://www.google.com/maps/place/Copilco/> en septiembre, 2018.

⁷⁹ S.A. (2010). Programa Delegacional de Desarrollo Urbano para la Delegación Coyoacán. Gaceta Oficial del Distrito Federal, No. 901 Tomo II.

⁸⁰ Meteoblue. (s.F). Rosa de los vientos del sitio. 2018, de Meteoblue Sitio web: https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/19.34N-99.18E2272_America%2FMexico_City.

Para responder a la situación planteada, se pretende desarrollar un conjunto de agricultura urbana que contemple tanto el aspecto de volumen de producción, propio de la agricultura periurbana, como al aspecto integrador y educativo que tienen los espacios dedicados a la agricultura intraurbana en la Ciudad de México.

Para abordar el aspecto del volumen de producción propio de la agricultura periurbana de la ciudad, se pretende implementar la agricultura vertical en la forma de granjas verticales; permitiendo un mayor volumen de producción por superficie. Del mismo modo se plantea el aprovechamiento de áreas verdes en el predio, resultantes de la densificación de la producción en elementos verticales, y la implementación de espacios complementarios, propios de la agricultura intraurbana.

Lo anterior deriva en lo que, para propósitos de este trabajo, se denomina como: Complejo Urbano de Producción de Alimentos (CUPA).

EL PROYECTO

PROYECTOS ANÁLOGOS

El concepto de Agricultura Vertical Urbana, ha dado lugar al planteamiento de varios escenarios con un enfoque multidisciplinario, donde se incluye a la arquitectura. Para el presente trabajo se seleccionaron tres proyectos cuyos elementos asemejan las condiciones del objeto arquitectónico a desarrollar; se buscaron proyectos con características similares en su planteamiento, que se hayan desarrollado o planteado, alrededor del mundo.

VERTICAL HARVEST (2014).

Noha Yehia & Penny Mc Bride.

Vertical Harvest, es un Proyecto planteado bajo el esquema de invernaderos verticales adjuntos a edificios existentes; planteado como adición a la fachada sur de un estacionamiento público. Ubicado dentro del contexto urbano de Jackson Hole, Wyoming (E.U.), está dispuesto en 3 niveles con aproximadamente 1,200 m² de construcción (McCormick,2015)⁸³; la fachada y la cubierta son acristaladas para maximizar la exposición solar, y de manera complementaria, el proyecto cuenta con una instalación de iluminación para el crecimiento de las plantas (mediante el uso de LEDs). El sistema de cultivo es hidroponía, en un sistema de carruseles rotantes que mueven los cultivos a lo largo del día para asegurar una exposición a la luz solar uniforme.⁸⁴

Vertical Harvest tiene una producción estimada de 38 toneladas de alimentos anuales, y el costo estimado del proyecto fue de 2.35mdd (Best, 2014)⁸⁵. De este proyecto se rescatan como elementos importantes; los materiales de construcción, sus dimensiones (niveles y m² construidos) la disposición de los cultivos en los distintos niveles (de acuerdo con sus requerimientos de luz), así como el volumen de producción.

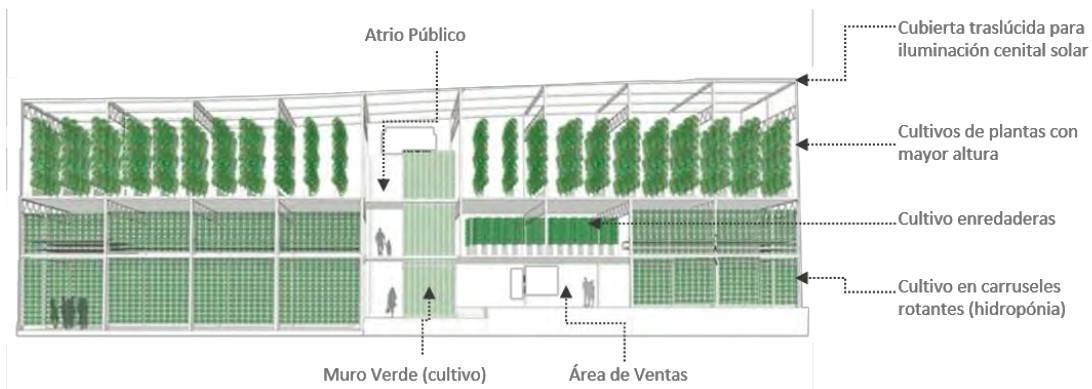


Figura 6. Vertical Harvest. (2018). Corte Longitudinal. [Imagen]. Recuperado de: <https://inhabitat.com/this-vertical-farm-will-provide-Wyoming-residents-with-100000lbs-of-fresh-produce-each-year/>.

^{83,84} McCormick, R. (2015). Vertical farm can make 44,000 pounds of tomatoes on the side of a parking lot. 2018, de The Verge Sitio web: <https://www.theverge.com/2015/2/26/8112889/vertical-farm-wyoming-hydroponics-grow-food>.

⁸⁵ Best, A. (2014). Jackson Hole's Vertical Harvest greenhouse. 2018, de Mountain Town News Sitio web: <https://mountaintownnews.net/2014/01/16/jackson-holes-vertical-harvest-greenhouse/>.

PASONA GROUP URBAN FARM (2010). KONO DESIGNS.

'Pasona Group Urban Farm', es un edificio de oficinas remodelado en el 2010, que se plantea bajo el esquema de la mezcla de los géneros de oficinas + agricultura urbana.

Localizado en un contexto urbano de alta densidad (Tokio, Japón), el edificio de 9 niveles y ~20,000 m² de construcción, cuenta con aproximadamente 4,000m² dedicados al cultivo, en un sistema mixto, es decir, cultivo con tierra e hidroponía (Andrews, 2013)⁸⁶. Las dos atmósferas (agricultura y oficinas) interactúan en los todos los niveles de edificio; en términos de iluminación, se maneja luz natural para las plantas exteriores que conforman la doble fachada, y luz artificial para las plantas al interior del edificio. Dado que se requiere un control de temperatura específico para el desarrollo de algunas especies vegetales, algunos espacios se encuentran fuera de la media de confort para un espacio de oficinas.⁸⁷

El elemento principal tomado de este proyecto es referente a los requerimientos de control de condiciones climáticas dentro del edificio para el desarrollo de las plantas y las relaciones con otros espacios y funciones, así como las interacciones con el personal de las instalaciones.

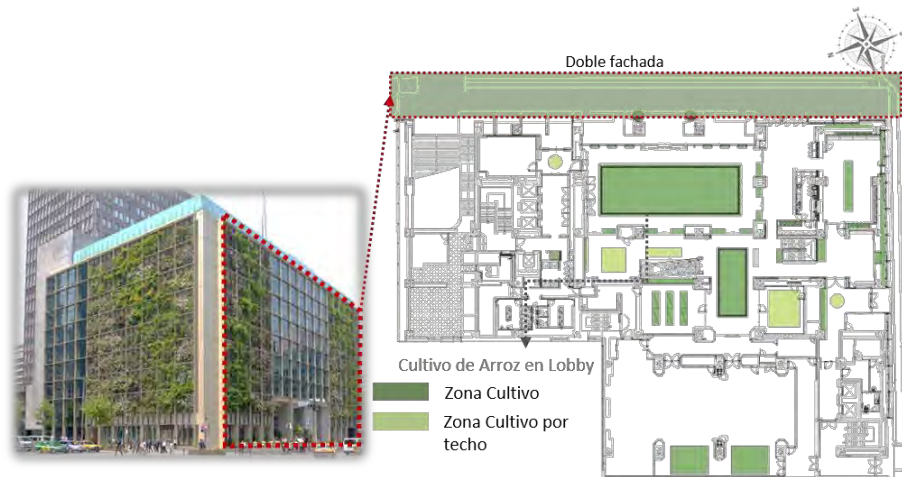


Figura 7. Oficinas Pasona Group. (2018). Fachada y planta baja. [Fotografía e imagen]. Recuperado de: <https://www.dezeen.com/2013/09/12/pasona-urban-farm-by-kono-designs/>.

⁸⁶ Andrews, K. (2013). Pasona Urban Farm by Kono Designs. 2018, de Dezeen Sitio web: <https://www.dezeen.com/2013/09/12/pasona-urban-farm-by-kono-designs/>.

⁸⁷ Allen, K. (2013). En Tokio, Una granja vertical interior y exterior. 2018, de Archdaily.mx Sitio web: <https://www.archdaily.mx/mx/02-297174/en-tokio-una-granja-vertical-interior-y-exterior>.

WORLD FOOD BUILDING. (2016, Proyecto). PLANTAGON.

El 'World Food Building' es un edificio pensado para integrar el concepto de granja vertical como género de edificio, con algún otro género de edificio (vivienda u oficinas) en 16 niveles, con aproximadamente 4,300 m² dedicados a la agricultura vertical. (Construible.es,2018)⁸⁸ En este proyecto, la fachada norte está pensada para albergar el género, y desarrollar sobre la fachada sur acristalada, la granja vertical; con un sistema cerrado de hidroponía automatizada que plantea abastecer sus requerimientos energéticos principalmente a través de la reutilización de residuos orgánico en biogás. El proyecto plantea tener una producción estimada anual de 500 toneladas de vegetales de hoja verde⁸⁹, en un contexto semi-urbano de densidad media en Suecia.

Referente a este proyecto, se considera importante rescatar, la interacción de la granja con algún otro género de edificio, y el aprovechamiento de la fachada norte para localizar elementos que no se relacionen directamente con el crecimiento vegetal; la disposición de los residuos orgánicos dentro de las mismas instalaciones, y la producción anual estimada.

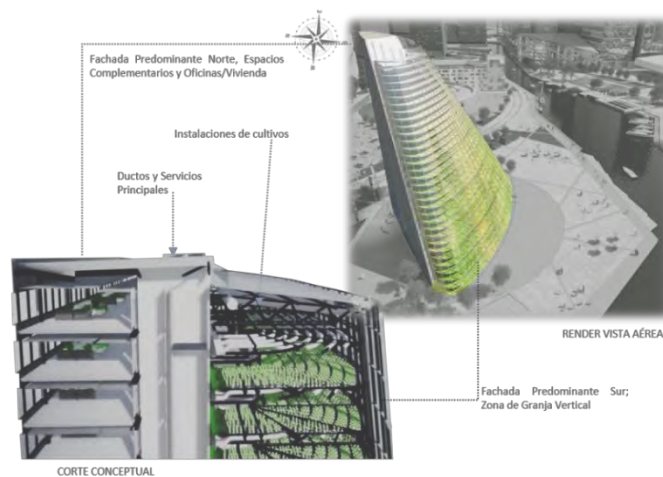


Figura 8. World food building. (2018). Corte y volumetría. [Imagen]. Recuperado de: <https://www.telenews.pk/the-huge-world-food-building-aims-to-feed-around-5500-people-each-year/>.

^{88,89} s.A. (2018). World Food Building, agricultura urbana integrada en un edificio en altura con invernadero vertical. 2018, de Construible.es Sitio web: <https://www.construible.es/2018/04/26/rascacielos-invernadero-vertical-nueva-combinacion-agricultura-urbana>.

EXPLORACIONES PRELIMINARES

Previo a la determinación de los criterios de diseño para la propuesta final del objeto de estudio, se hicieron dos exploraciones con diferentes aproximaciones a la síntesis entre los elementos del marco teórico, contexto y proyectos análogos; con el objeto de identificar las relaciones y elementos importantes en el planteamiento de la unión entre los elementos del contexto y el marco teórico.

En estos primeros acercamientos, se identificaron los elementos importantes referentes a la volumetría de la granja vertical y las relaciones posibles entre esta y otros géneros de edificio.

VIVIENDA + GRANJA VERTICAL

En un principio, se buscó la integración de dos géneros de edificio relacionados a nivel contextual, siendo que sus funciones no son directamente complementarias. La exploración de las relaciones de forma y función que se establecen entre ellos, permitieron un mayor entendimiento del género de edificio tratado directamente en este trabajo; la Granja Vertical.

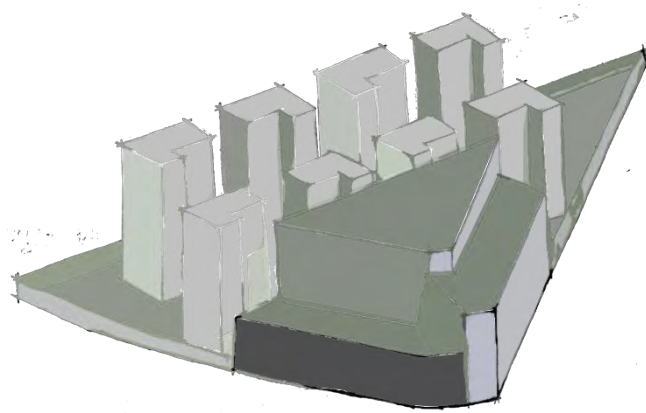


Figura 9. Propuesta vivienda + granja vertical. Autoría propia.

El conjunto se planteó con énfasis en la agricultura urbana, reflejado en las áreas verdes del conjunto y en la estructura de la granja vertical; esta a su vez, se planteó para satisfacer un porcentaje de las necesidades alimenticias de los habitantes del conjunto permitiendo los excedentes para su venta en la zona comercial.

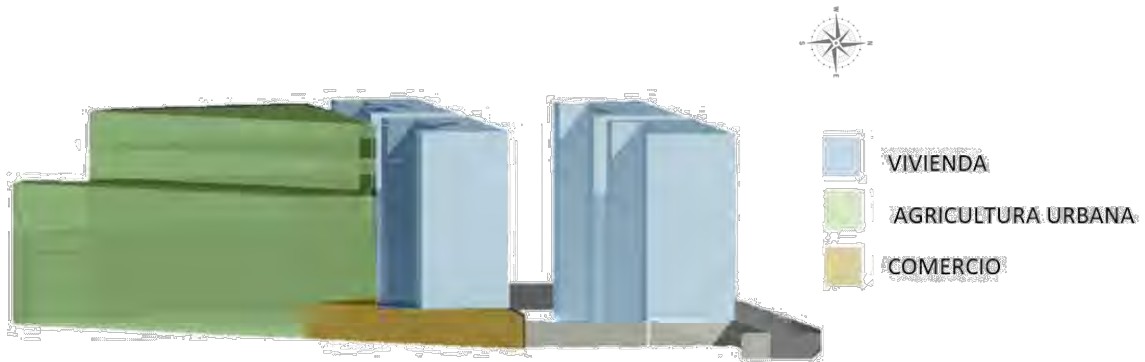


Figura 10. Propuesta volumétrica vivienda + granja vertical. Autoría propia.

La solución volumétrica consistió en mantener la vivienda al fondo del predio y la granja vertical y el comercio en el límite sur del predio, con acceso directo desde la vialidad (véase figura 10). La vivienda se planteó en 4 torres de 5 niveles con áreas comunes centrales; el acceso a la granja vertical se da por planta baja, a través de las áreas comunes del conjunto.

Respecto a la propuesta de vivienda, la torre alberga 2 departamentos por cada nivel; de 100 m². Como parte de la propuesta conceptual, se propuso para cada departamento, una terraza vegetal para el cultivo de plantas aromáticas comestibles u ornamentales (véase figura 11).

Las 4 torres cuentan con áreas verdes comunes y conexión con la granja vertical.

Cada departamento se propuso con los siguientes espacios:

- Sala
- Comedor
- Cocina
- Cuarto de lavado
- 2 baños
- 3 recámaras
- Terraza Vegetal

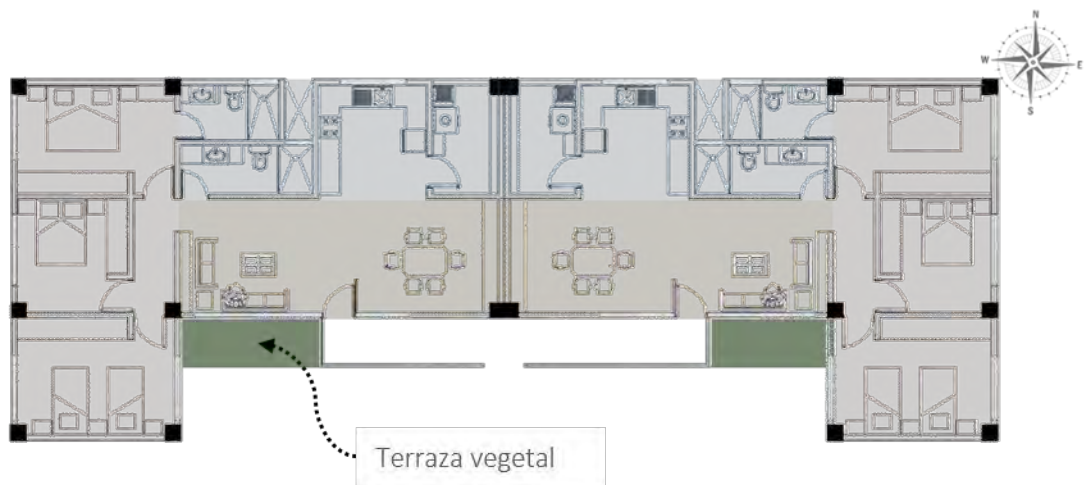


Figura 11. Planta tipo vivienda. Autoría propia.

El planteamiento de la Granja Vertical en este conjunto, un espacio diseñado para cultivo en interiores, en 4 niveles. El conjunto, cuenta con terrazas vegetales con exposición sur para cultivos al exterior, 3 niveles dedicados a cultivos verticales, y una planta baja que cuenta con zona de cultivos y servicios complementarios, así como una conexión con la zona de comercio (como se observa en la figura 12).

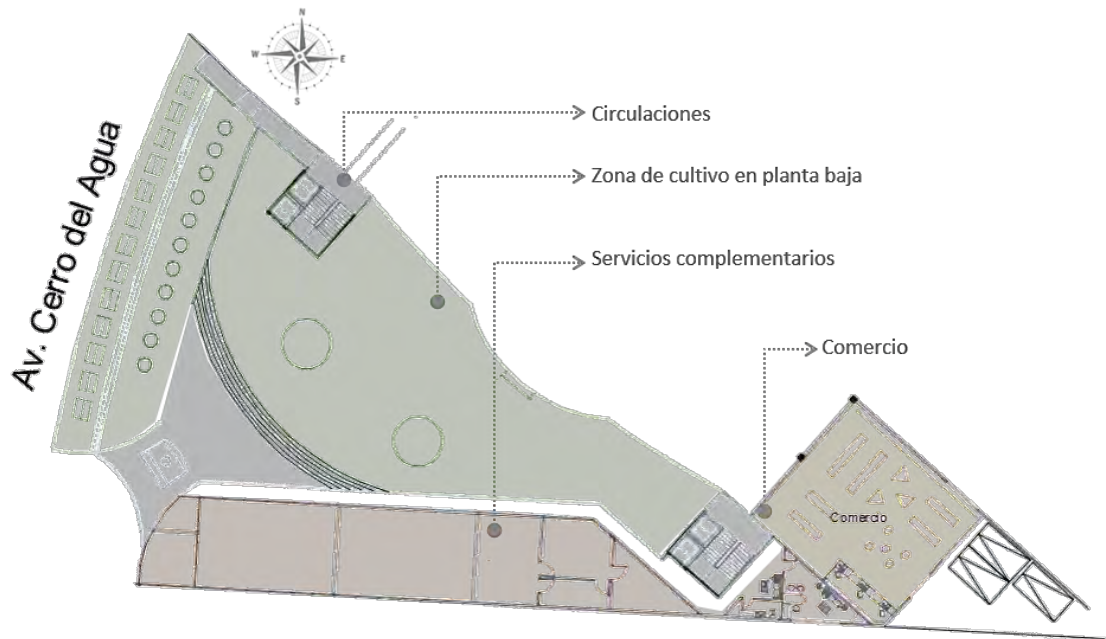


Figura 12. Propuesta Granja vertical. Autoría propia.

En este planteamiento, parte de los cultivos en planta baja tienen una ubicación central manteniendo relación directa con los servicios complementarios y comercio, los niveles superiores, se plantean con la disposición de los muebles de cultivo cerca de los perímetros del edificio permitiendo mayor exposición solar (hacia la fachada sur).

Se observó que, especialmente, la relación entre vivienda y agricultura vertical funciona bajo el planteamiento de producción de baja escala o individual; y si bien, puede haber interacciones entre la granja vertical y una unidad de vivienda, las relaciones posibles no suponen una relación directa real entre ambos géneros de edificio. Asimismo, dada la extensión del programa observado, necesario para el desarrollo de agricultura vertical al interior, se concluyó en la importancia de profundizar en dicho desarrollo, como un elemento independiente.

COMPLEJO GRANJA VERTICAL

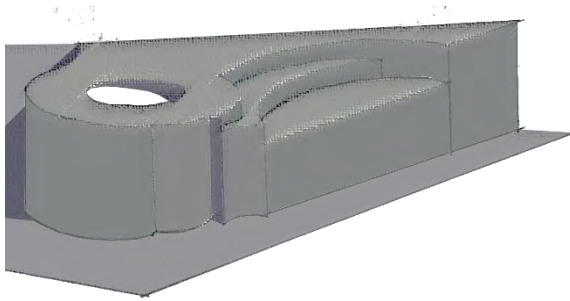


Figura 13. Propuesta complejo Granja vertical.
Autoría propia.

Para la segunda exploración, se buscó profundizar en el concepto agricultura vertical con la integración de géneros de edificio complementarios; de acuerdo con las aproximaciones del concepto de granja vertical de Dickson Despommier

En el desarrollo de esta propuesta, el enfoque está en el desarrollo de la agricultura vertical en interiores y su relación funcional y formal con géneros complementarios, como comercio y educación. La propuesta se manejó bajo una sola volumetría, donde se buscó integrar comercio, educación y agricultura vertical con los espacios complementarios que ésta requiere.

Retomando algunos de los puntos expuestos en el Marco Teórico, se partió de un edificio de poca altura (en 4 niveles), con un emplazamiento que permite la mayor exposición sur de la fachada principal para la agricultura vertical en interiores, y el aprovechamiento de la fachada noroeste, para el desarrollo de servicios complementarios.

En el volumen se distinguen dos secciones principales (véase figura 14); la sección concéntrica donde se desarrolla el comercio, educación y servicios administrativos, y la sección desarrollada sobre la fachada sur, dedicada a la agricultura vertical.

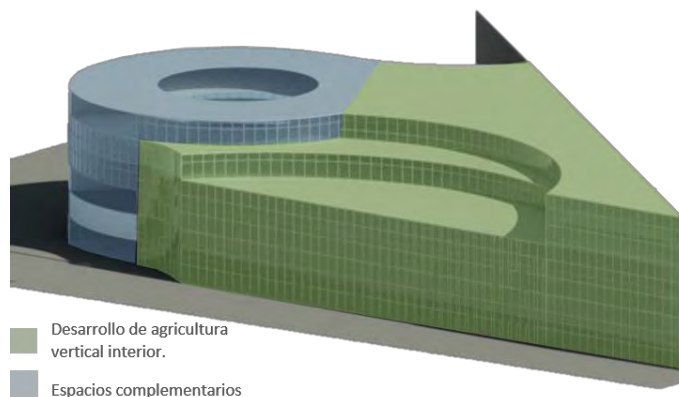


Figura 14. Volumetría complejo Granja vertical.
Autoría propia.

La sección correspondiente a los servicios complementarios, se planteó de forma concéntrica para permitir la comunicación entre las distintas actividades del volumen. Su conexión con la vialidad y las áreas comunes, responde al carácter público de las actividades llevadas a cabo en dicha parte del volumen (véase imagen 15).

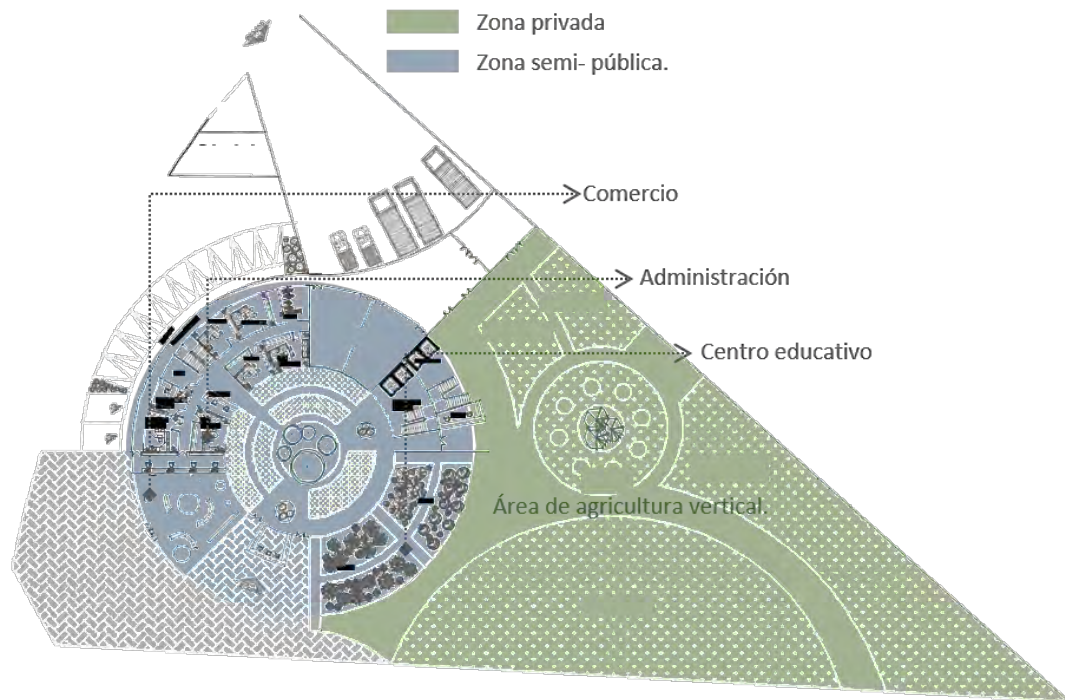


Figura 15. Propuesta arquitectónica complejo Granja vertical.

El comercio se mantiene ligado con la parte pública de la volumetría, así como la zona educativa; el espacio administrativo se considera semi-público y tiene relación directa con la el área de agricultura vertical y la zona de comercio y educación.

Los puntos que destacaron de esta segunda exploración a nivel formal y funcional, van referidos a las consideraciones del volumen y orientación de mantener una sola volumetría, donde se observó que mantener todos los elementos del 'Complejo de Granja Vertical' puede interferir con las interacciones y el funcionamiento entre los distintos elementos del complejo. Asimismo, una fachada larga con exposición sur no resuelve por si misma los requerimientos de exposición solar requerida en el área de agricultura vertical.

LA PROPUESTA

De los puntos expuestos en el marco teórico y el contexto, junto con las observaciones tomadas de las exploraciones preliminares, se hizo un replanteamiento respecto al concepto del género de edificio y la forma. El desarrollo de la propuesta se da como 'Complejo de Granja Vertical'; para el planteamiento de la propuesta arquitectónica del presente trabajo.

➤ Conceptualización

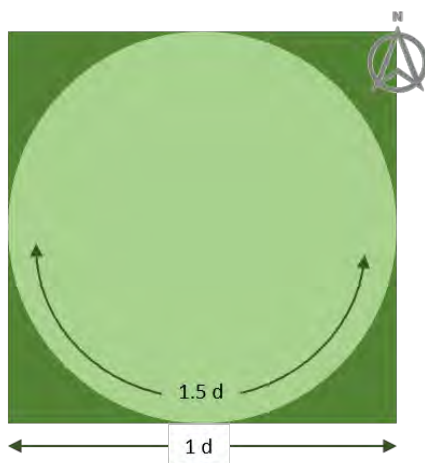
La forma primaria del proyecto contempla las observaciones hechas en las exploraciones preliminares, lo que llevó el planteamiento arquitectónico de la propuesta, a un enfoque sobre las relaciones espacial, funcional y de operatividad de los distintos elementos que conforman el proyecto.

Uno de los elementos importantes para el planteamiento arquitectónico del 'Complejo de Granja Vertical', consiste en la separación del edificio destinado a la agricultura vertical del resto de los usos y actividades del complejo; si bien tiene relación directa con algunos de los espacios complementarios, se plantea como lineamiento general, el desarrollo del edificio para agricultura vertical (también denominada torre de cultivo), como la unidad principal de la propuesta.

- **La Torre de Cultivo.**

Para el desarrollo de la torre de cultivo, se tomaron en cuenta los siguientes planteamientos en términos de la forma, zonificación, distribución, dimensiones de la planta y altura; de manera introductoria se mencionan a continuación.

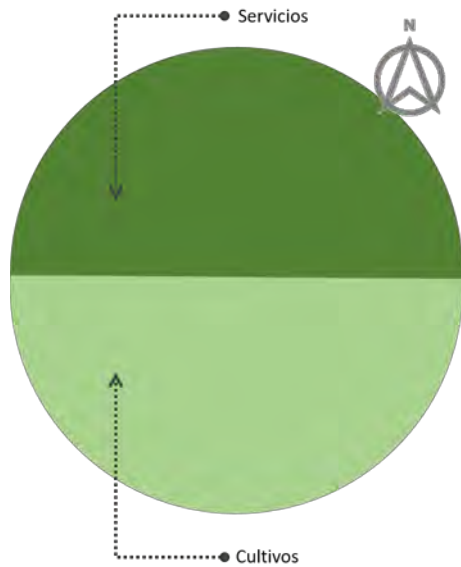
- **FORMA.**



Para plantear la torre de cultivo como un módulo adaptable y reproducible, se disminuyó la superficie de desplante de la torre de cultivo como módulo, permitiéndole mayor adaptabilidad a distintos tipos de predio dentro de la ciudad. Para lograr aprovechar la fachada expuesta a la luz solar sin aumentar las dimensiones de la planta, se propuso cambiar la forma de manera que el desarrollo de la curva permita mayor exposición total que una fachada recta.

Figura 16. Concepto forma.
Autoría propia.

- ZONIFICACION.



La forma que se propone permite la distribución interna de los dos sectores primarios que conforman la torre de cultivo de modo que los servicios se puedan concentrar en la parte norte de la planta y la zona de cultivo en la parte sur, aprovechando la mayor exposición solar posible; esto divide la torre por función y por orientación, creando dos fachadas con características específicas según los requerimientos del sector en cuestión.

Figura 17. Concepto zonificación.
Autoría propia.

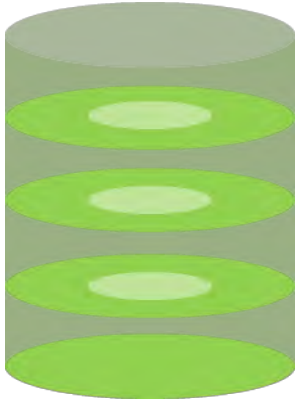
- DIMENSIONES.



Las dimensiones de la forma se establecen a partir de dos parámetros interrelacionados, uno de ellos es la capacidad de producción, referida al volumen de producción que se pretende obtener por nivel y el segundo va sobre a la profundidad de la planta en relación a la fachada, ya que se pretende que la incidencia solar cubra la superficie dedicada a los cultivos, que junto con el ángulo de incidencia solar, nos permite dimensionar la profundidad del espacio útil, permitiéndonos establecer las dimensiones de la planta.

Figura 18. Concepto dimensión.
Autoría propia.

- ALTURA.



La altura de la torre de cultivo se propone de acuerdo con los lineamientos del RCDF para las alturas de entrepiso permitidas, y el número de niveles se considera de acuerdo con la referencia del marco teórico sobre las dimensiones de una granja vertical y las restricciones de construcción del predio seleccionado.

Figura 19. Concepto alturas.
Autoría propia.

Concentrar la producción de alimentos en una volumetría independiente, permite tener ganancias espaciales alrededor de dicha volumetría que permiten el desarrollo de los espacios complementarios del proyecto y genera a su vez, áreas libres dentro del conjunto, que permiten la interacción con la producción de cultivos al exterior, en áreas verdes que se integran visualmente al espacio público.

Para tener una propuesta de emplazamiento del volumen de cultivos dentro del terreno, es importante entender las principales zonas que conforman el conjunto del 'Complejo de Granja Vertical' y como se relacionan entre sí; siendo las siguientes:

- Administración.
- Comercio.
- Educación.
- Producción.
- Servicios del Conjunto.

La relación que existe entre estas principales zonas se muestran en el siguiente diagrama.

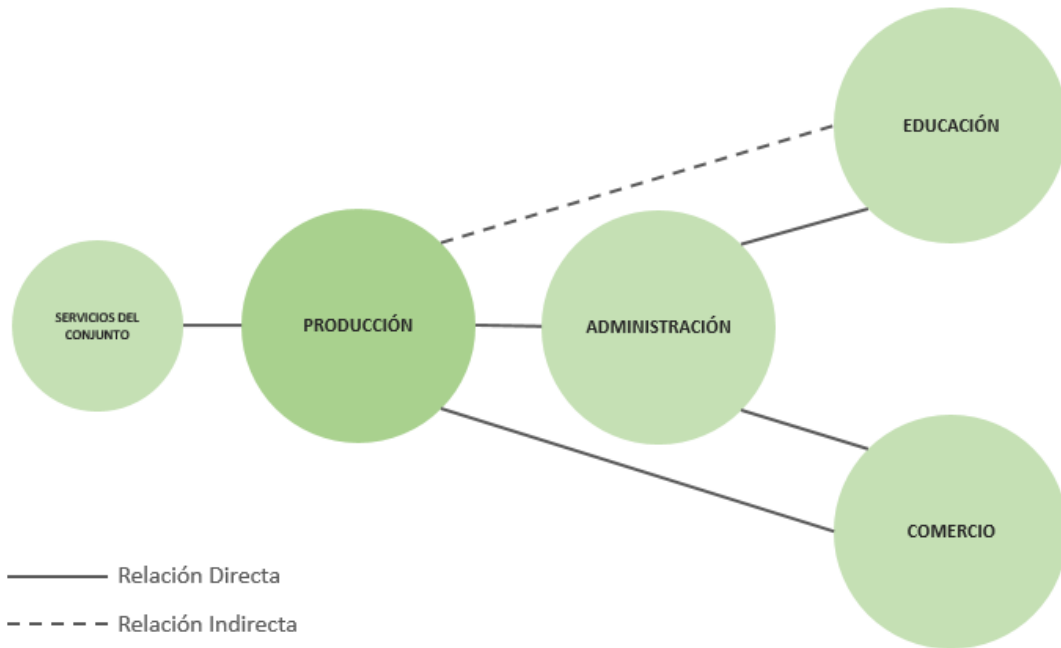


Figura 20. Diagrama de relaciones de las zonas del conjunto. Autoría propia.

Se observa en la Figura 20, que la zona administrativa tiene relación con el resto de los elementos del conjunto; respecto a los cultivos, su relación con el comercio y servicios complementarios es directa mientras que con el centro educativo su relación es indirecta.

Se proponen tres módulos de torre de cultivo como parte del conjunto y los espacios complementarios acordes al volumen de producción estimada por las tres torres de producción.

El criterio principal de diseño en el emplazamiento de los volúmenes dentro del conjunto es, evitar la sombra proyectada entre los mismos (para no interferir con la incidencia solar a las zonas dedicadas a la producción de alimentos), al tiempo que se integran funcionalmente con las demás zonas dentro del conjunto.

EL PROGRAMA ARQUITECTÓNICO

Para el desarrollo de la propuesta arquitectónica como un complejo que contiene distintas actividades trabajando en conjunto, el programa arquitectónico del 'Complejo de Granja Vertical' refleja la integración de los distintos espacios que se consideran necesarios para cumplir con las características con el desarrollo de agricultura vertical urbana en la Ciudad de México; lo que incluye espacios para la distribución de los productos dentro del complejo, espacios de difusión de la información sobre técnicas de cultivo y facilidad de acceso a las materias primas necesarias, y las torres de cultivo como elementos concentradores del volumen de producción alimenticia del conjunto.

De acuerdo a las características de los espacios del 'Complejo de Granja Vertical', se agruparon los distintos espacios en 5 categorías principales:

-Producción: Las zonas que comprenden la producción de alimentos (cultivos vegetales) en el complejo, se dividen en:

- Cultivos al exterior: Referido a la parte del conjunto dedicado al cultivo no intensivo de variedades vegetales con altos requerimientos de luz solar.
- Cultivos a interior /torre de cultivo: Esta zona es el eje rector del complejo, dedicado a la producción intensiva de vegetales con requerimientos de luz media en varios niveles y en un ambiente controlado.
- Complementarios de producción: Espacios necesarios para el correcto funcionamiento de ambas zonas de cultivo; como supervisión mantenimiento, cosecha, empaclado, control, etc.

-Educación: Esta categoría contempla espacios para la formación en un ámbito teórico y práctico de distintos modelos de cultivo (baja y mediana escala), y los distintos aspectos que intervienen en el modelo de agricultura urbana. La educativa está ligada con las torres de cultivo como parte del modelo teórico-práctico propuesto.

-Comercio: Los espacios dedicados al comercio dentro del conjunto contemplan un área de ventas que permitan al complejo ser un punto de venta de una parte alimentos producidos dentro del mismo, disminuyendo los traslados e intermediarios de los productos al consumidor final.

-Administración: En esta categoría se contemplan la zona de finanzas, logística y administración general y de las áreas de producción, educación y comercio; con el fin de que el funcionamiento entre las partes del complejo sea adecuado.

-Servicios del Conjunto: Esta zona contará con espacios de almacenamiento y servicio en general para las actividades que se desarrollan en el conjunto.

PROGRAMA ARQUITECTÓNICO
Complejo de Granja Vertical, en un terreno de 6,000 m²

Clasificación	Zona	Espacio	Cantidad	Área (m ²)	Totales (m ²)
ZONA DE PRODUCCIÓN	Complementarios de Producción	Cámaras de Germinación	2	88.5	177
		Empacado	2	70	140
		Laboratorio	1	70	70
		Sanitarios con Vestidores	2	40.00	80.00
		Compostaje	2	35.00	70
		Sanitarios	2	14.00	28
	Cultivos exteriores	Frutos -Fresa (exterior)	2	40.00	80
		Frutos -Jitomate (exterior).	2	40.00	80
		Hojas y tallos tiernos (exterior).	2	40.00	80
	Distribucion	Vestibulo & Control	1	70.00	70.00
		Circulaciones verticales y montacargas	6	35.00	210.00
		Pasillos del área de producción.	%	135.00	135.00



Circulaciones verticales y montacargas	5	50.00	250
Pasillos del área de producción	4	45.00	180
Laboratorio	5	5.00	25
Oficina de Especialistas	5	5.00	25
Bodega de Limpieza	5	1.20	6
Sanitarios	5	7.00	35
Bodega General	5	2.50	12.5
Bodega de Residuos	5	2.50	12.5
Cto. De Control	5	7.00	35
Almacén de agua (estanques)	1	200.00	200

CULTIVOS

Cultivos de hojas y tallos tiernos	3	183.00	549
Frutos (jitommate)	1	183.00	183
Cultivos en azotea	1	162.00	162
Total m2 x 3 Torres de cultivo			5,025.00

Z O N A A D M I N I S T R A T I V A	Finanzas	Contabilidad	1	10.00	10.00
		Compras	1	10.00	10.00
		Ventas área comercial	1	10.00	10.00
	Administración	General	1	15.00	15.00
		Zona de Producción	1	15.00	15.00
		Área Educativa	1	15.00	15.00
		Recursos Humanos	1	10.00	10.00
		Zona Comercial	1	15.00	15.00
	Logística	Organización y métodos	1	10.00	10.00
	Complementarios	Sala de Juntas	1	20.00	20.00
Sanitarios		2	15.00	30.00	
Recepción y Control		1	70.00	70.00	
E D U C A T I V A Z O N A	Salas	Sala Experimental	1	90.00	90.00
		Sala Teórica	1	80.00	80.00
	Complementarios	Bodegas Generales	3	6.00	18.00
		Sanitarios	2	14.00	28.00

	Ventas	Área de ventas	1	100.00	100.00
		Almacenes	1	40.00	40.00
		Explanada para eventos sociales	1	130	130.00
		Circulaciones verticales y montacargas	2	30.00	60.00
		Sanitarios	1	3.00	3.00
		Bodegas Generales	3	15.00	45.00
		Cámaras de Refrigeración	1	40.00	40.00
		Patios de Maniobra	2	120.00	240.00
		Plazas de acceso	3	40.00	120.00
		Disposicion de desechos	1	35.00	35.00
		Cto. De Acometidas	1	15.00	15.00
		Cto. Máquinas	4	30.00	120.00
		Cto. De Cisternas	1	100.00	100.00
		Control/Vigilancia	2	12.00	24.00
		Site	2	10.00	20.00
M2 Totales:				7,128	

EL COMPLEJO 'GRANJA VERTICAL'

Para que el proyecto responda a las necesidades de la práctica de la agricultura urbana en la ciudad de México, se desarrollaron los elementos que hacen posible el funcionamiento de la granja vertical pensada como conjunto desde el enfoque arquitectónico, llevando a cabo el diseño de espacios que permiten la producción de cultivos en ambientes controlados en interior y al exterior, su comercialización y difusión de información como parte del conjunto.

Para llegar a la propuesta arquitectónica del conjunto, se analizaron las relaciones y el funcionamiento propio de las zonas de producción, comercio, administración, educación y servicios generales, para posteriormente establecer los parámetros del funcionamiento del proyecto a nivel conjunto.

Tomando como referencia el programa arquitectónico general, los espacios de cada zona se relacionan como se muestra en los siguientes diagramas de funcionamiento.

- Producción

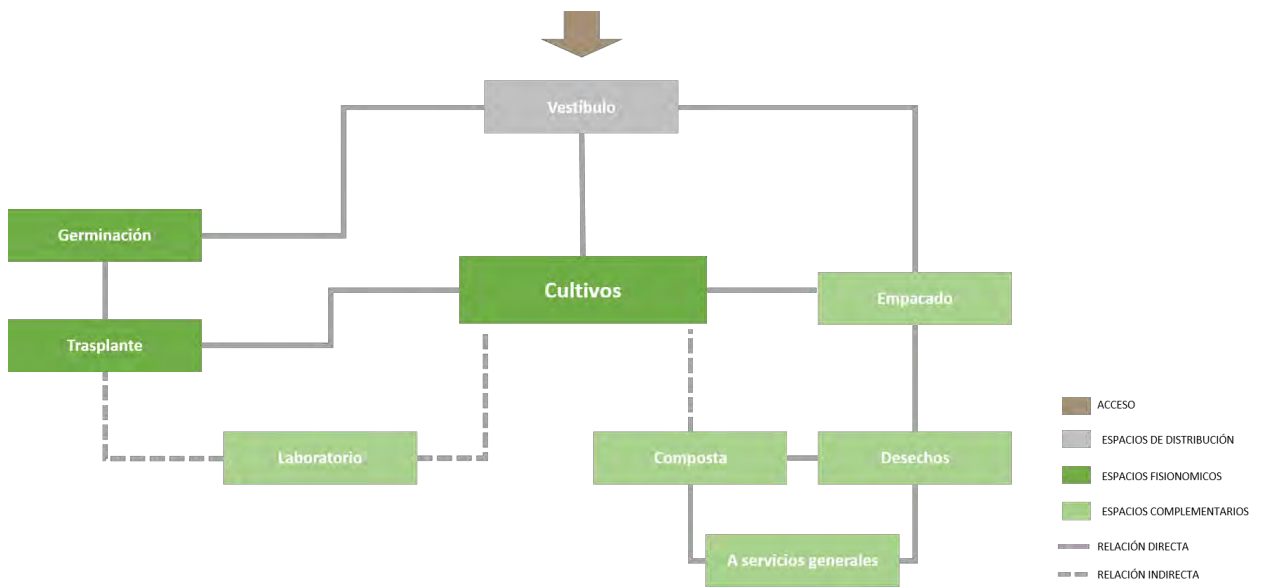


Figura 21. Diagrama de funcionamiento / Zona administrativa. Autoría propia.

- Administración.

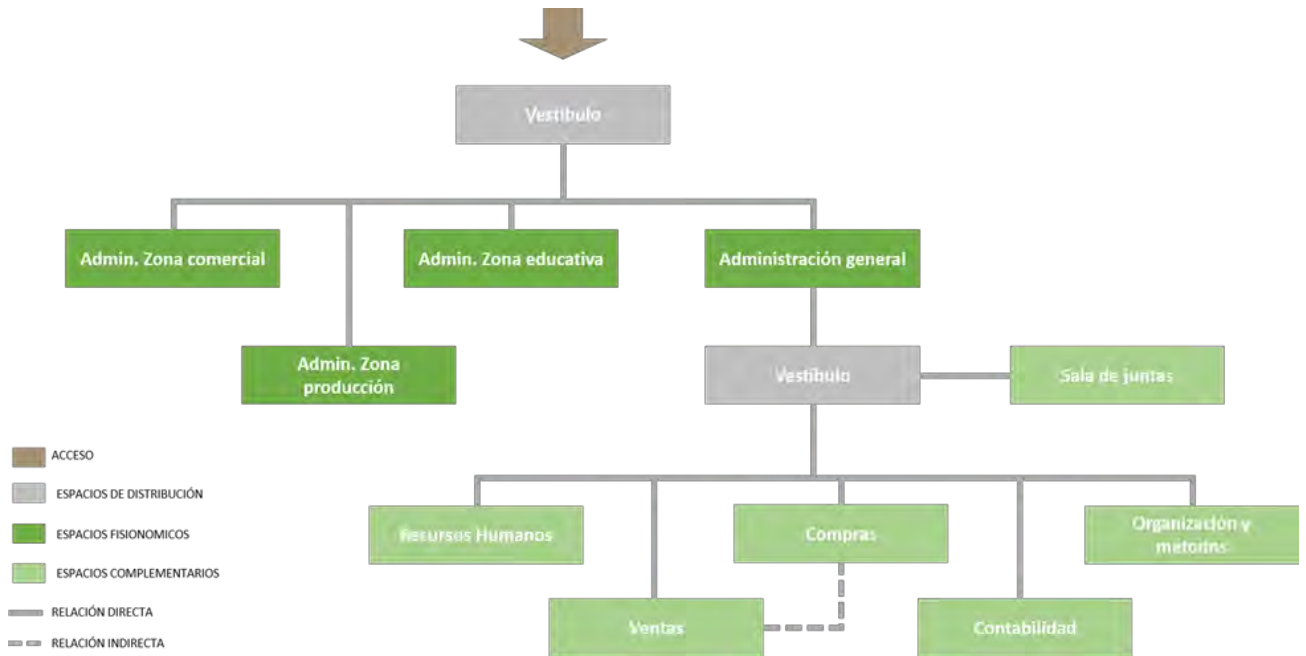


Figura 22. Diagrama de funcionamiento / Zona administrativa. Autoría propia.

- Educación.

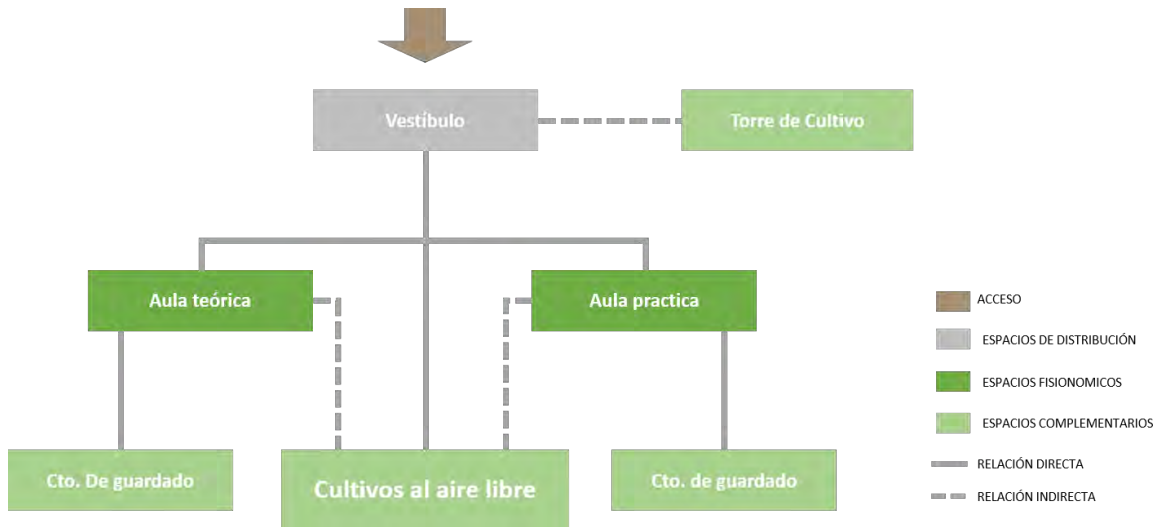


Figura 23. Diagrama de funcionamiento / Zona educativa. Autoría propia.

- Comercio.

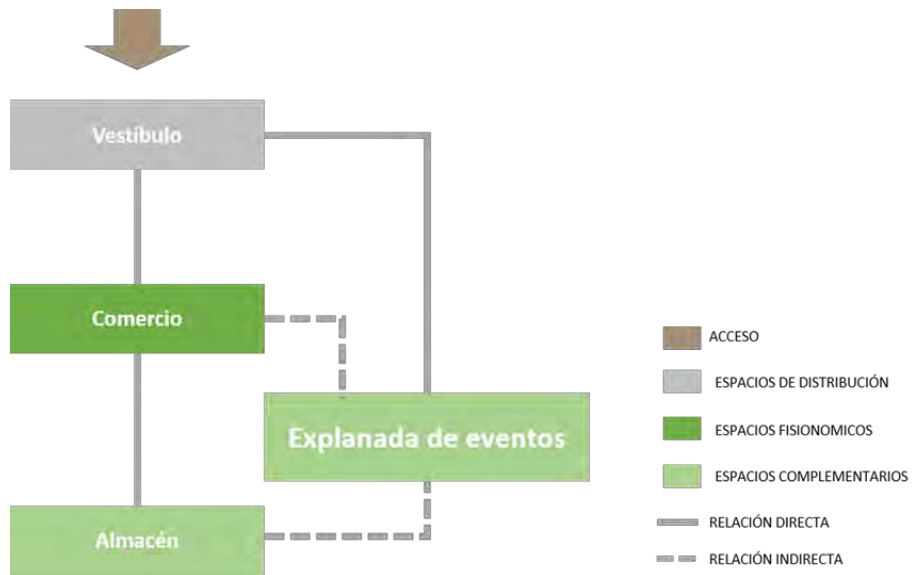


Figura 24. Diagrama de funcionamiento / Zona de comercio. Autoría propia.

- Servicios Generales.

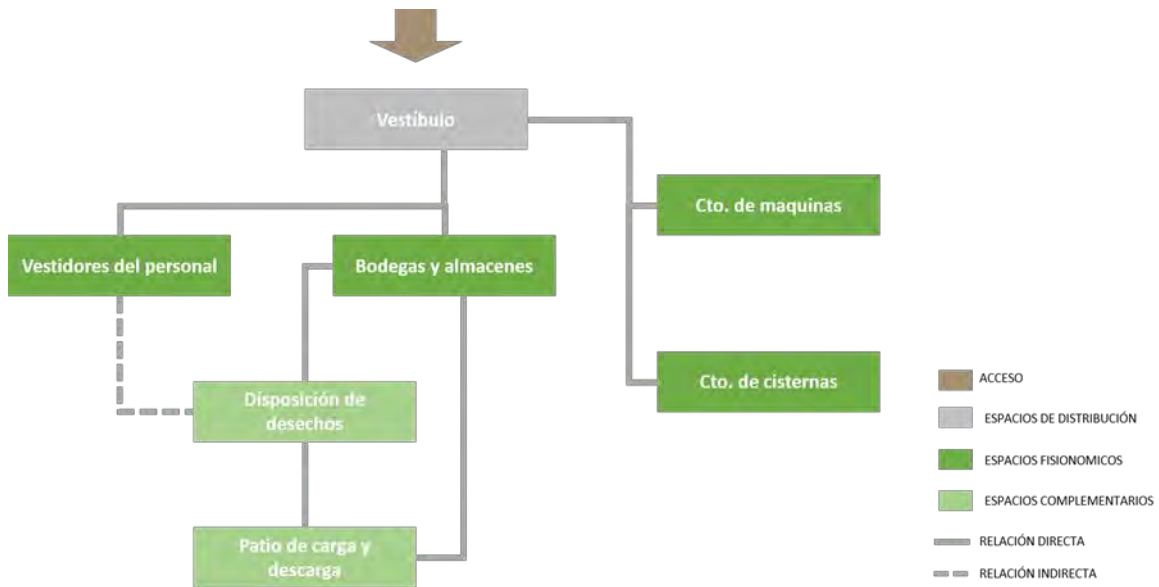


Figura 25. Diagrama de funcionamiento / Servicios generales. Autoría propia.

Entendiendo el funcionamiento propio de cada zona del proyecto, se realizó un diagrama general de todas las zonas en el conjunto, donde se observa cómo se relacionan entre sí.

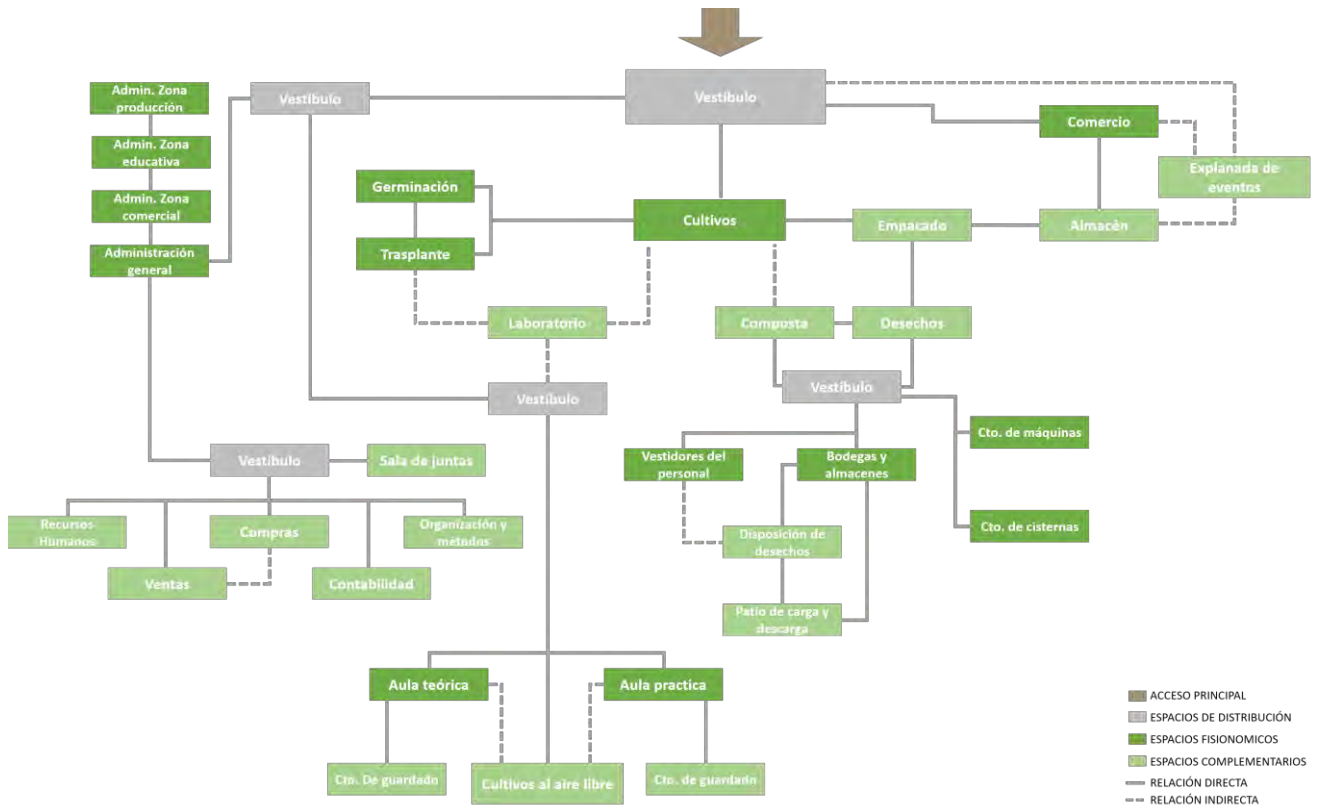


Figura 26. Diagrama de funcionamiento / Conjunto. Autoría propia.

Observaciones de acuerdo a lo que mostraron los diagramas de funcionamiento:

Las relaciones de los espacios abarcan dos enfoques principales, el enfoque funcional/técnico, donde la prioridad radica en aquellos elementos que hacen que el conjunto funcione de manera correcta, y el enfoque espacial/social, donde la relación de los espacios permite que la agricultura urbana se pueda experimentar de distintas maneras en beneficio de esta.

Las interacciones entre los distintos espacios, permitió plantear la distribución espacial de estos en lo que en un principio se traduce como una zonificación general.

En el siguiente diagrama se representa la interacción entre las distintas etapas de la producción de cultivos (desde la germinación hasta la distribución del producto final); para ser atendidas en la propuesta arquitectónica.

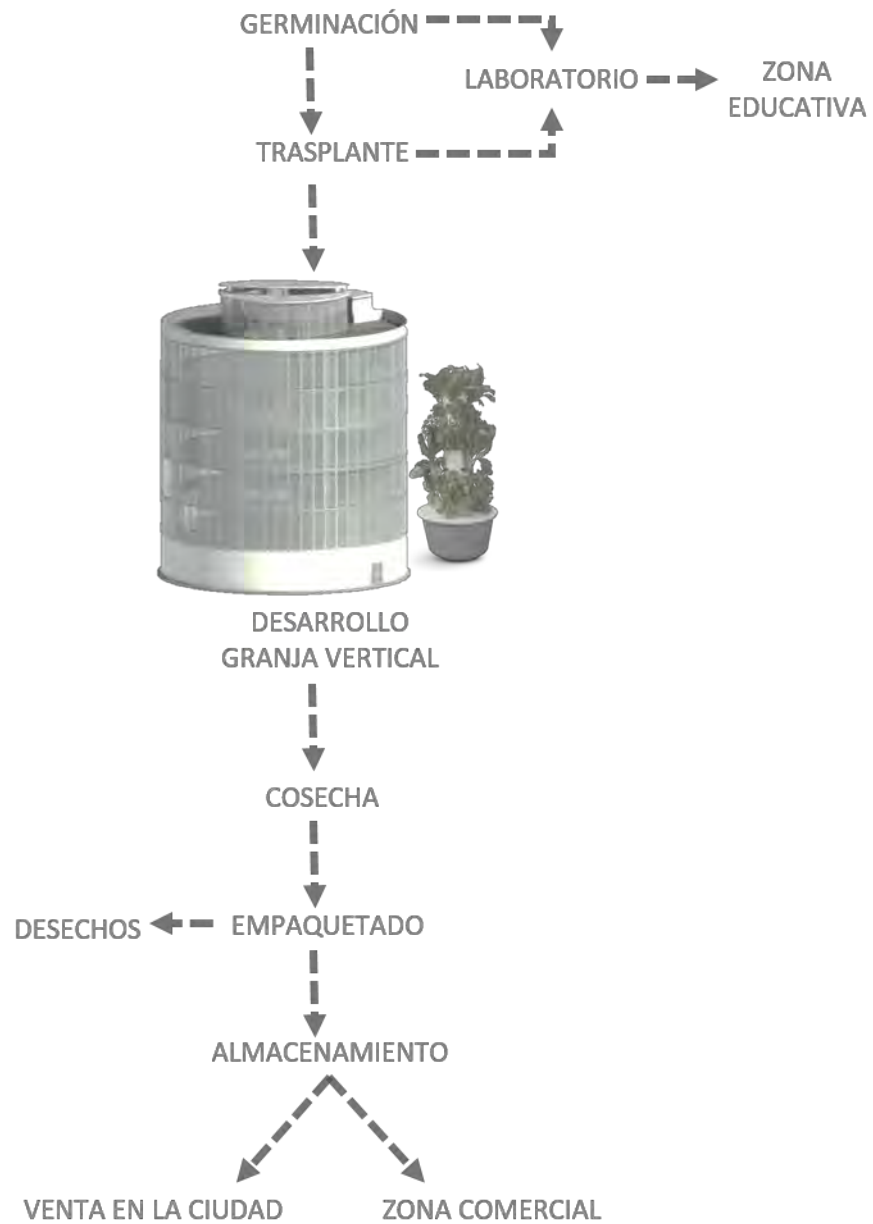


Figura 27. Diagrama de etapas en el conjunto. Autoría propia.

ZONIFICACION GENERAL.

Partiendo del funcionamiento de las zonas en el conjunto, se aplicaron los conocimientos obtenidos desde el análisis del módulo de la torre de cultivos, orientación y relaciones entre los espacios para plantear la propuesta de zonificación en el predio.

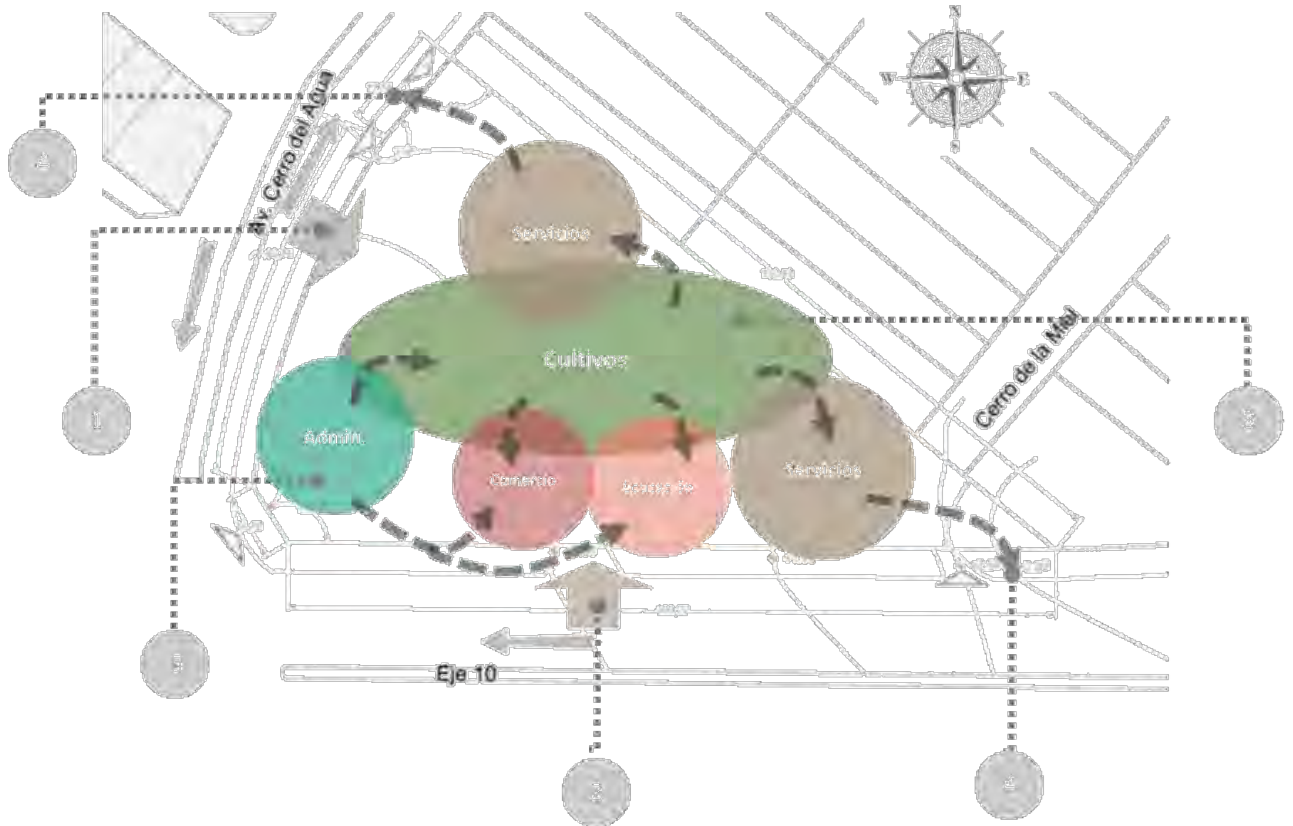


Figura 28. Diagrama de zonificación del conjunto. Autoría propia.

- 1- Acceso a la zona privada del conjunto. Siendo esta la administración, torre de cultivos, servicios complementarios de cultivos y servicios generales. Entendiendo la importancia del control en los espacios privados y públicos, se propone separar los accesos de ambos sectores.
- 2- Acceso a los espacios públicos. Se concentra el acceso a los espacios públicos (comercio y educación) para tener mayor apertura en algunas zonas del proyecto.

- 3- La zona de cultivos se localiza al centro como eje rector espacial, de modo que pueda tener relación con todas las zonas del proyecto, tanto en el ámbito funcional/ técnico, como en el ámbito social.
- 4- Se proponen dos entradas y salidas para la distribución de la producción obtenida en las torres de cultivos para aprovechar las vialidades con las que colinda el terreno.
- 5- Se proponen dos zonas de servicios generales para dar servicio a las dos entradas antes mencionadas y a las tres torres de cultivo que se proponen.
- 6- La zona administrativa mantiene relación con las zonas de producción, educación y comercio para su correcto funcionamiento.

DESARROLLO ARQUITECTONICO

En la propuesta se manejan los espacios de acuerdo a su función privada o pública, la integración de ellos es fundamental en el control y funcionamiento del proyecto; el desarrollo del conjunto se da en dos niveles, a excepción de las torres de cultivo.

Con ello se llega a la siguiente propuesta, donde se consideran los espacios abiertos y áreas verdes como elementos importantes dentro del conjunto y manejando los niveles principales del conjunto de la siguiente manera:

- Nivel sótano (-4.00m): Se concentran los espacios del ámbito privado.
- Nivel Planta baja (+0.00m): Se concentran los espacios de ámbito público (plazas, accesos, comercio y centro educativo). Los accesos a estos espacios cuentan con una distribución independiente.



Figura 29. Vista aérea de distribución del conjunto.

NIVEL SÓTANO / CONJUNTO

La propuesta de concentrar los espacios de acceso restringido en este nivel, permite que las actividades del conjunto puedan llevarse a cabo sin la problemática del cruce con los espacios públicos. De esta manera, se tiene mayor control en las relaciones de los espacios de administración, producción y servicios generales.

Los volúmenes del sótano tienen un ancho de 6.50 m de eje de columna a eje de columna, la longitud varía según las necesidades de cada espacio, y la altura propuesta para todos los espacios es de 4.00 m. Esta altura considera la estructura y las instalaciones, teniendo una altura útil de piso terminado a plafón de 3.00 en promedio. Donde no se requiera del plafón, instalaciones y estructura se mantendrán a la vista.

La secuencia de los locales genera una volumetría que se extiende en línea curva a lo largo del proyecto, siguiendo la forma y disposición de las torres de cultivo; el juego de las volumetrías genera patios internos de distintas dimensiones a nivel de sótano, permitiendo el ingreso de luz solar y ventilación natural a espacios complementarios administrativos, reproduciendo los ambientes que se dan en las áreas abiertas de la planta baja, sin irrumpir la privacidad de estos espacios.

Los patios interiores que se generan a nivel de sótano, pueden llegar a funcionar como vestíbulos que conectan de manera más flexible las zonas de acceso restringido del proyecto.

Para continuar con el aprovechamiento de las áreas, como espacios abiertos transitables y permeables, las cubiertas de ciertos espacios del sótano se proponen como techos verdes, ya sea para el aprovechamiento de actividades de ámbito recreativo, educativo, comercial o de cultivo a nivel de planta baja.

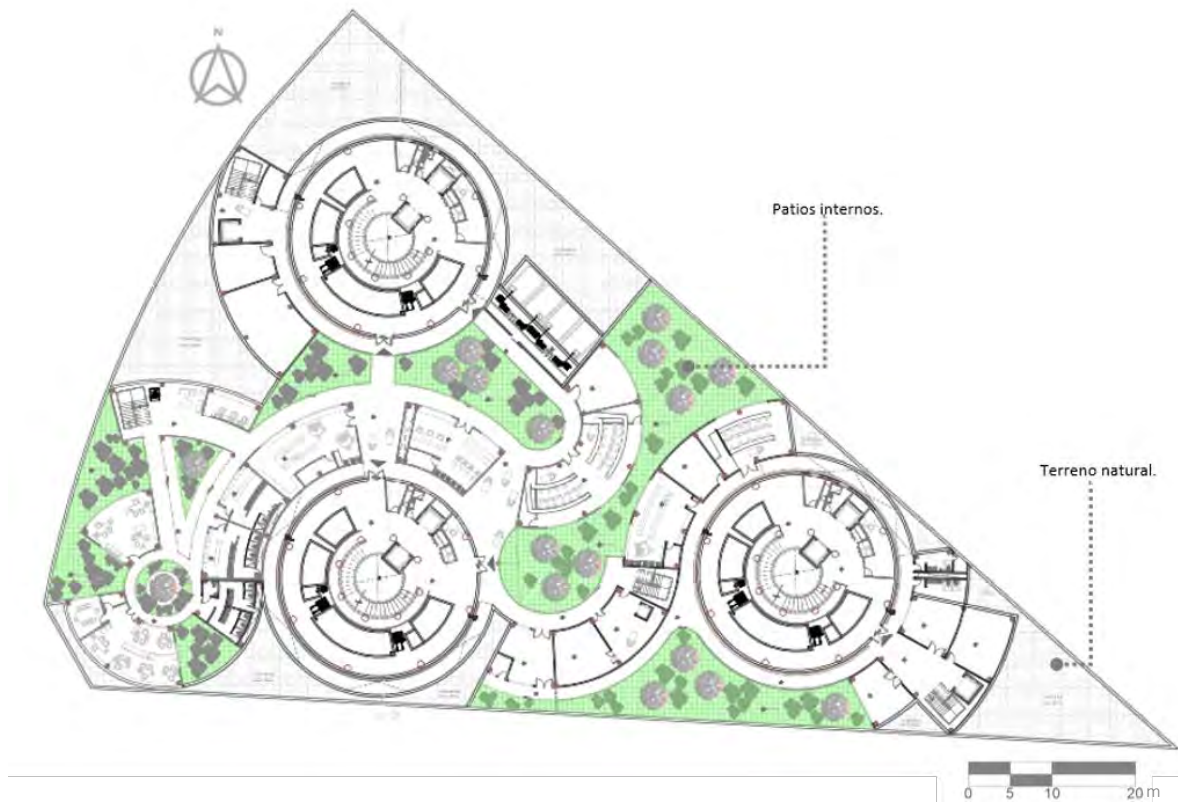


Figura 30. Diseño Arquitectónico Conjunto / Planta Sótano.

El planteamiento de los espacios a nivel sótano fue el siguiente:

- **Zona de producción y complementos de producción.**

El elemento principal de la zona de producción son las torres de cultivo, el emplazamiento de estos elementos se basa en el aprovechamiento máximo de luz natural y en evitar las sombras proyectada entre las edificaciones; el desplante de las torres comienza a nivel de sótano.

Para el funcionamiento de las torres de cultivo, son necesarios los espacios complementarios de producción, los cuales se plantean alrededor de las torres. La proximidad de estos espacios mejora el seguimiento del proceso de producción en cada una de sus etapas.

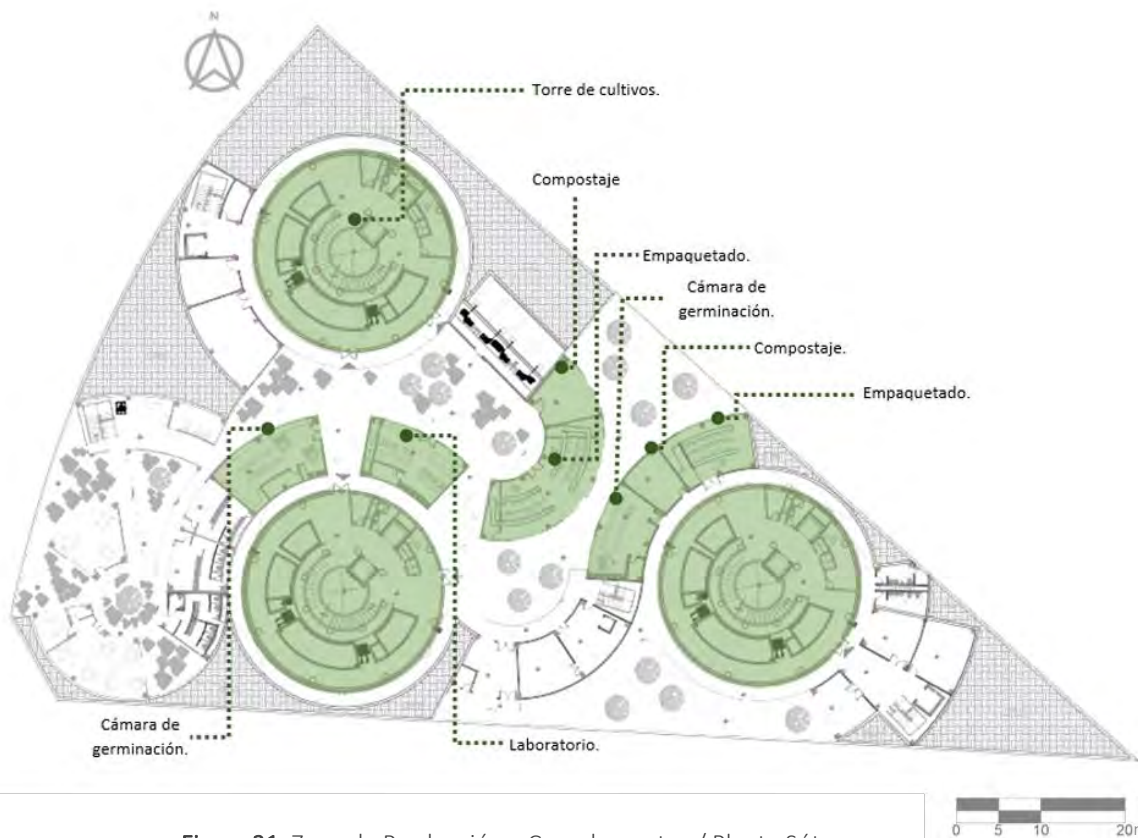


Figura 31. Zona de Producción y Complementos / Planta Sótano.

- Zona administrativa.

La zona administrativa se ubica en el extremo suroeste del predio; se concentra en una volumétrica radial con un patio interno, y se relaciona con los demás espacios a través de circulaciones que conectan los patios internos que se forman entre los distintos espacios planteados en sótano.

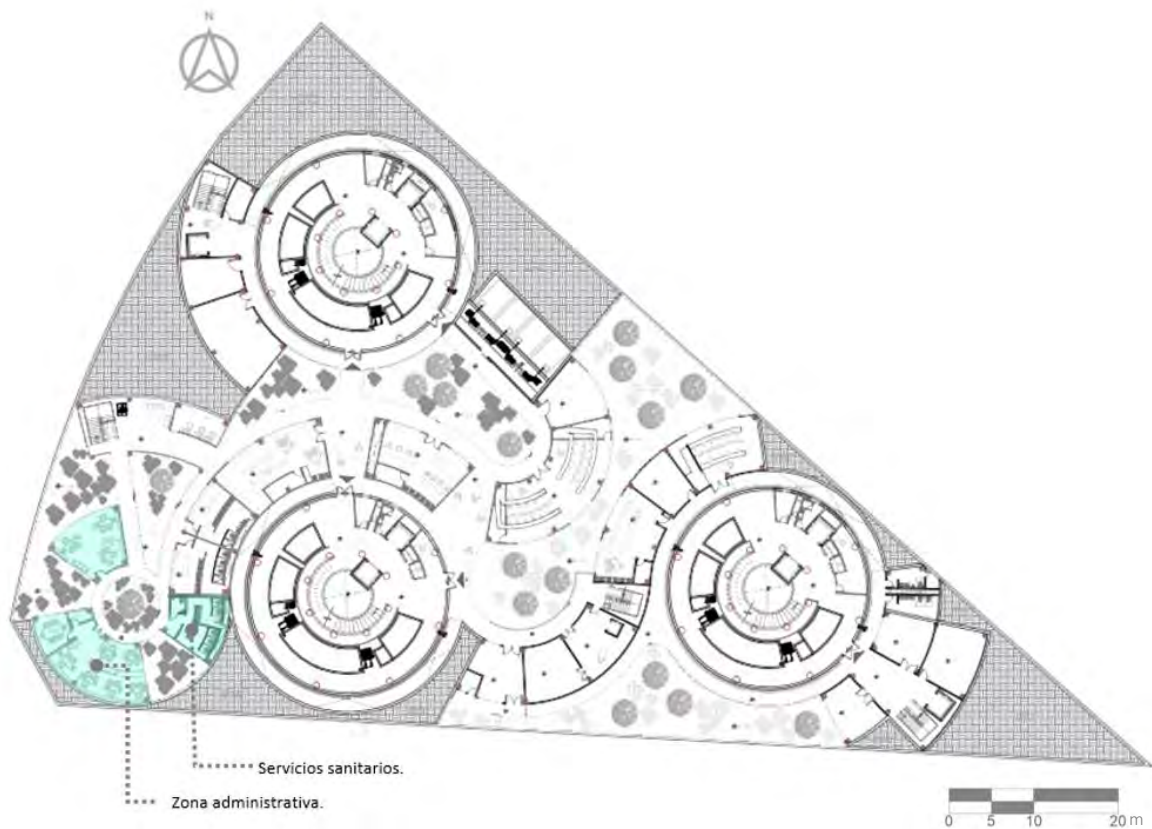


Figura 32. Zona de Administración / Planta Sótano.

- Servicios Generales.

Los servicios generales se dividen en dos tipos, de almacenamiento y de equipamiento. Los servicios de almacenamiento son aquellos espacios dedicados al guardado de los productos derivados de las torres de cultivo y de las herramientas que se necesitan para llevar a cabo el proceso de producción, estos espacios se conectan directamente con las circulaciones verticales que dan a los patios de carga y descarga para la distribución de los alimentos en la ciudad.

Los servicios de equipamiento son aquellos espacios donde se encuentran los puntos de control del servicio de energía eléctrica, agua potable, y redes de telecomunicaciones a lo largo del conjunto.

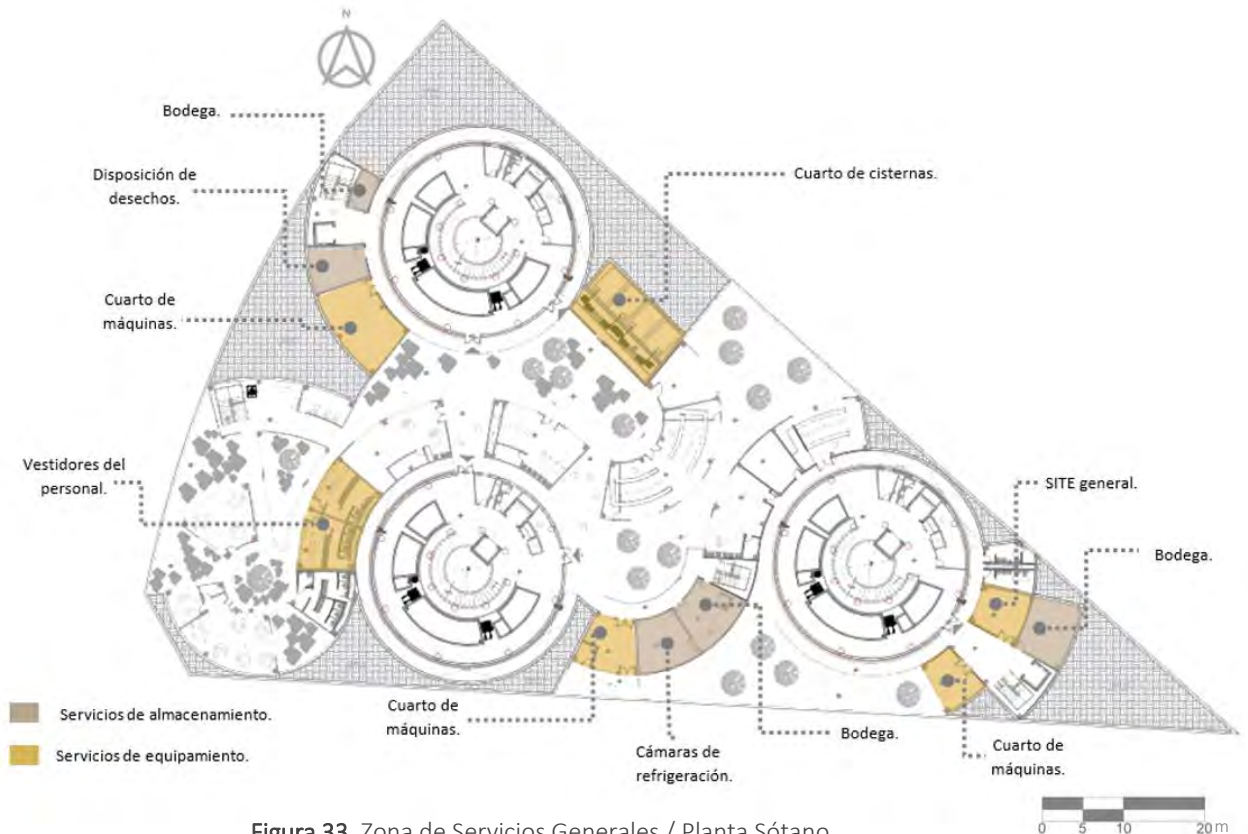


Figura 33. Zona de Servicios Generales / Planta Sótano.

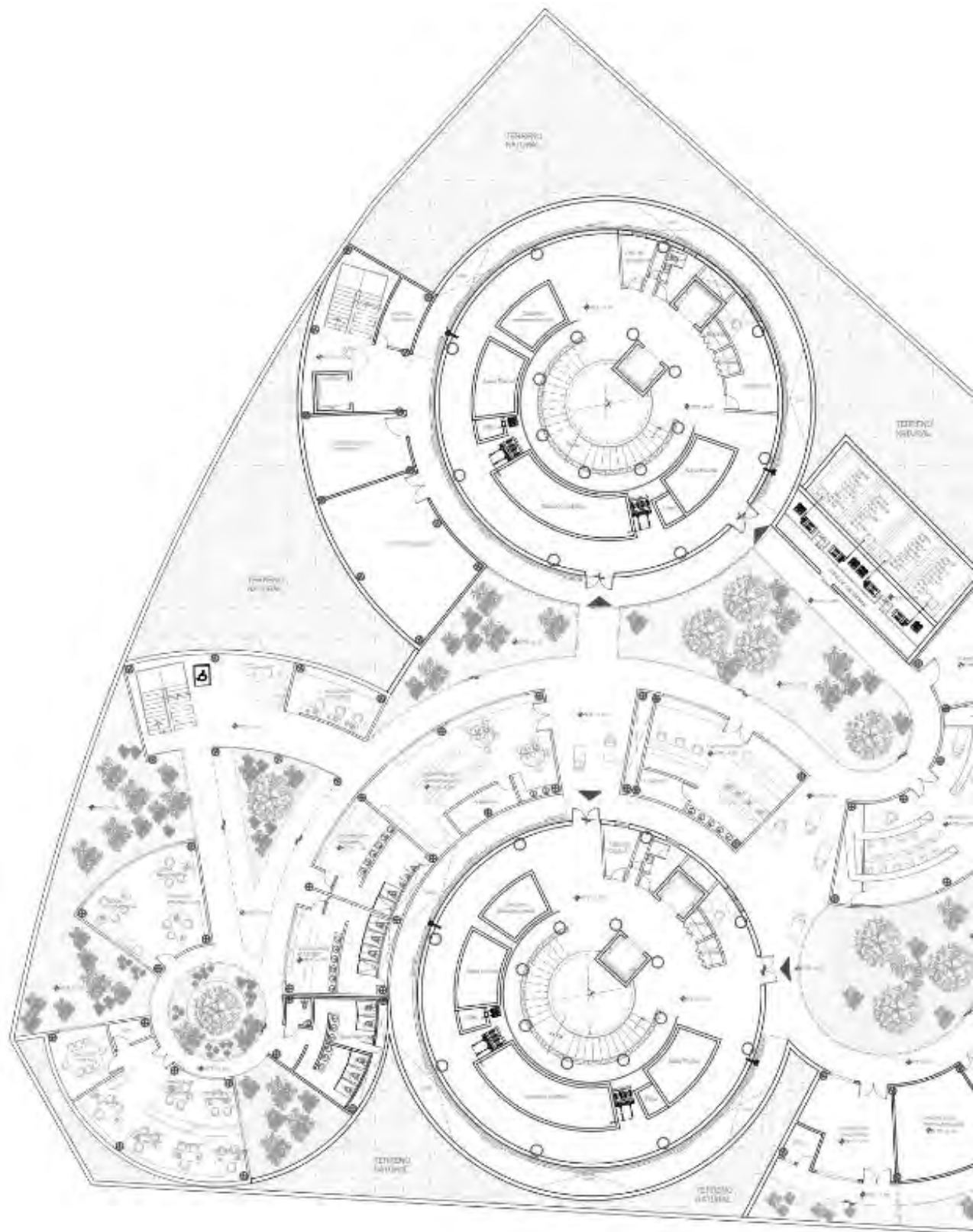


Figura 34. Planta General / Sótano.

PLANTA SÓTANO DE CONJUNTO (- 4.00 m)



PLANTA BAJA / CONJUNTO

Los espacios propuestos en el nivel de planta baja están destinados en mayor medida a las actividades de ámbito social; explanadas, comercio y centro educativo son los principales elementos en este nivel, el acceso a estos espacios si bien es controlado, no es restringido como corresponden los espacios que se desarrollan a nivel de sótano.

Como conexión importante entre las actividades desarrolladas a nivel de sótano, con el ámbito público, se manejan dos zonas de carga y descarga en planta baja, estos se manejan como acceso restringido, y no interfieren con las zonas semi-públicas del conjunto.



Figura 35. Zonas Planta Baja.

Como complemento de la zona de producción, se proponen cultivos al aire libre en este nivel, los cultivos se desplantan en el techo de ciertos locales del nivel sótano, permitiendo así el intercambio de características arquitectónicas que beneficia la ambientación interna de los locales del sótano y que aumenta el área verde en el nivel de planta baja.

A diferencia de los cultivos controlados de las granjas verticales, los cultivos al aire libre permiten la interacción directa con la zona educativa y dan lugar a la participación de otros usuarios que se deseen desarrollarse en la práctica de la agricultura urbana. Los cultivos permanecerán en constante monitoreo de modo que la dinámica social no perjudique su proceso de crecimiento.

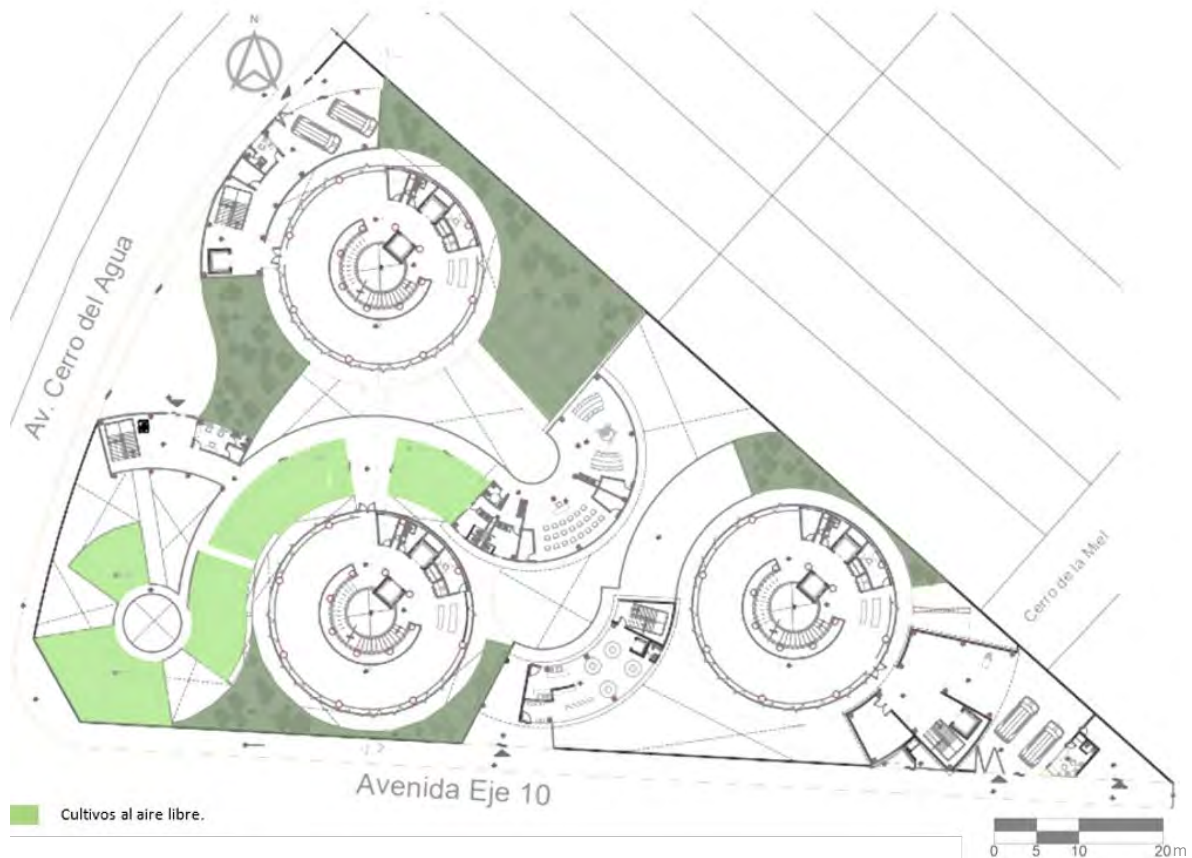


Figura 36. Disposición de cultivos y áreas verdes / Planta Baja.



Figura 37. Conjunto/ Planta Baja.

PLANTA BAJA DE CONJUNTO (0.00 m)





Figura 38. Vista de acceso al conjunto de Granja Vertical.



CRITERIO DE INSTALACIONES / CONJUNTO

En lo referente al funcionamiento técnico del conjunto, se desarrollaron los siguientes criterios básicos de las instalaciones que tienen mayor impacto en el proyecto. Estos criterios buscan ampliar el criterio de los alcances arquitectónicos de los espacios dedicados a la agricultura urbana vertical.

- CRITERIO INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Para el servicio de energía eléctrica en el conjunto, se propone dividir este en tres zonas principales, teniendo como referencia las tres torres de cultivo que se desplantan en el terreno, cada zona tendrá un cuarto de máquinas principal, donde se encontrará el tablero principal que controla la alimentación eléctrica que se designa a cada zona.

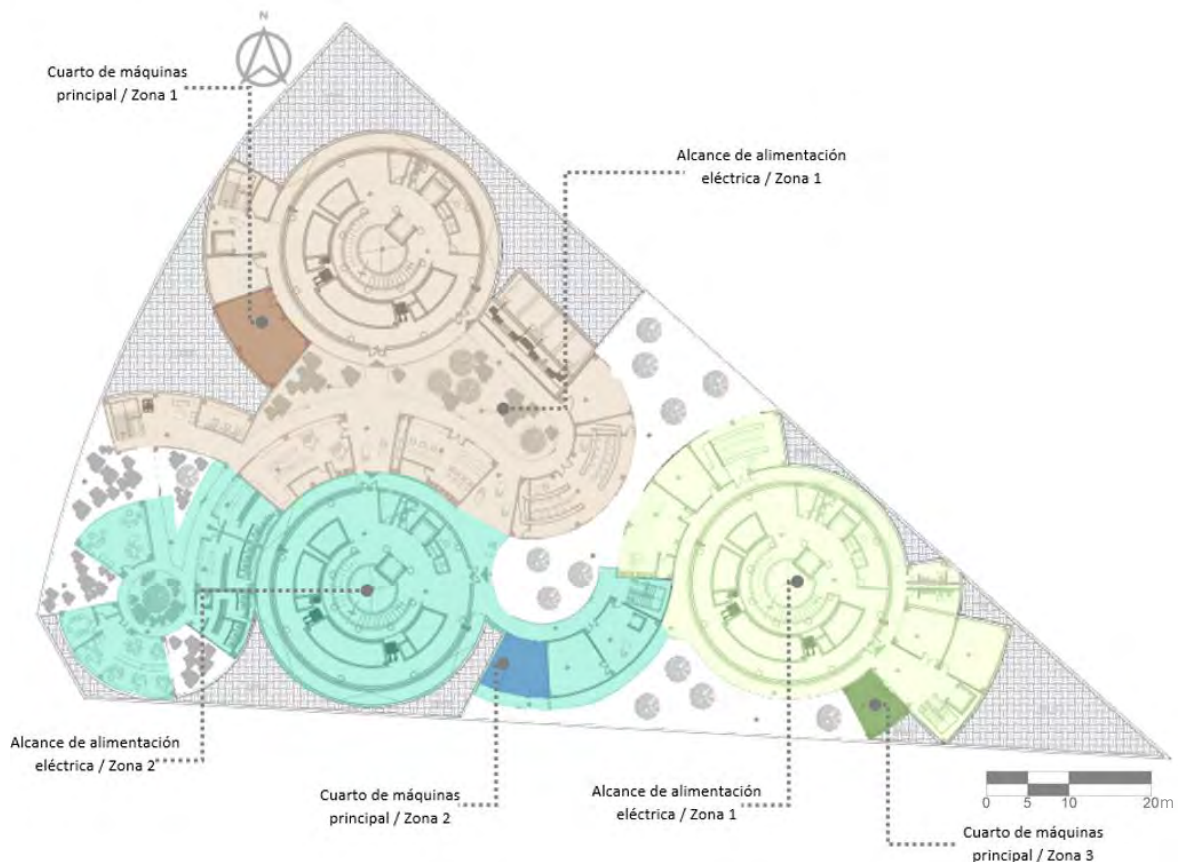


Figura 39. Designación de zonas para el servicio de energía eléctrica.

Considerando que la torre de cultivos tiene requerimientos especiales en comparación con el resto del conjunto, se proponen cuartos de control secundarios tanto en la torre de cultivos como en los locales del conjunto, estos cuartos secundarios tienen la función de mantener al margen los requerimientos de energía eléctrica que cada espacio necesite.

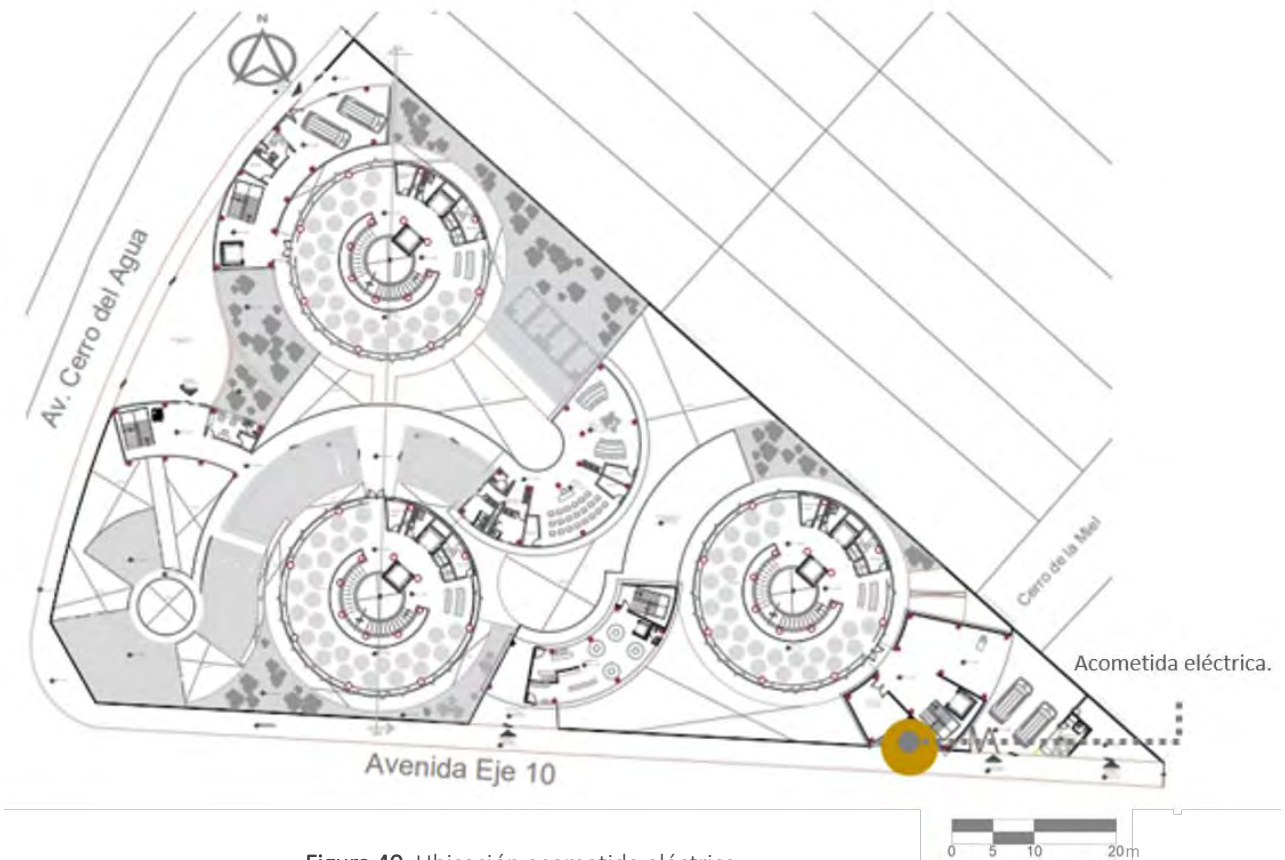


Figura 40. Ubicación acometida eléctrica.

La acometida del servicio eléctrico se ubica en la fachada Norte del conjunto, colindante con la avenida Eje 10.

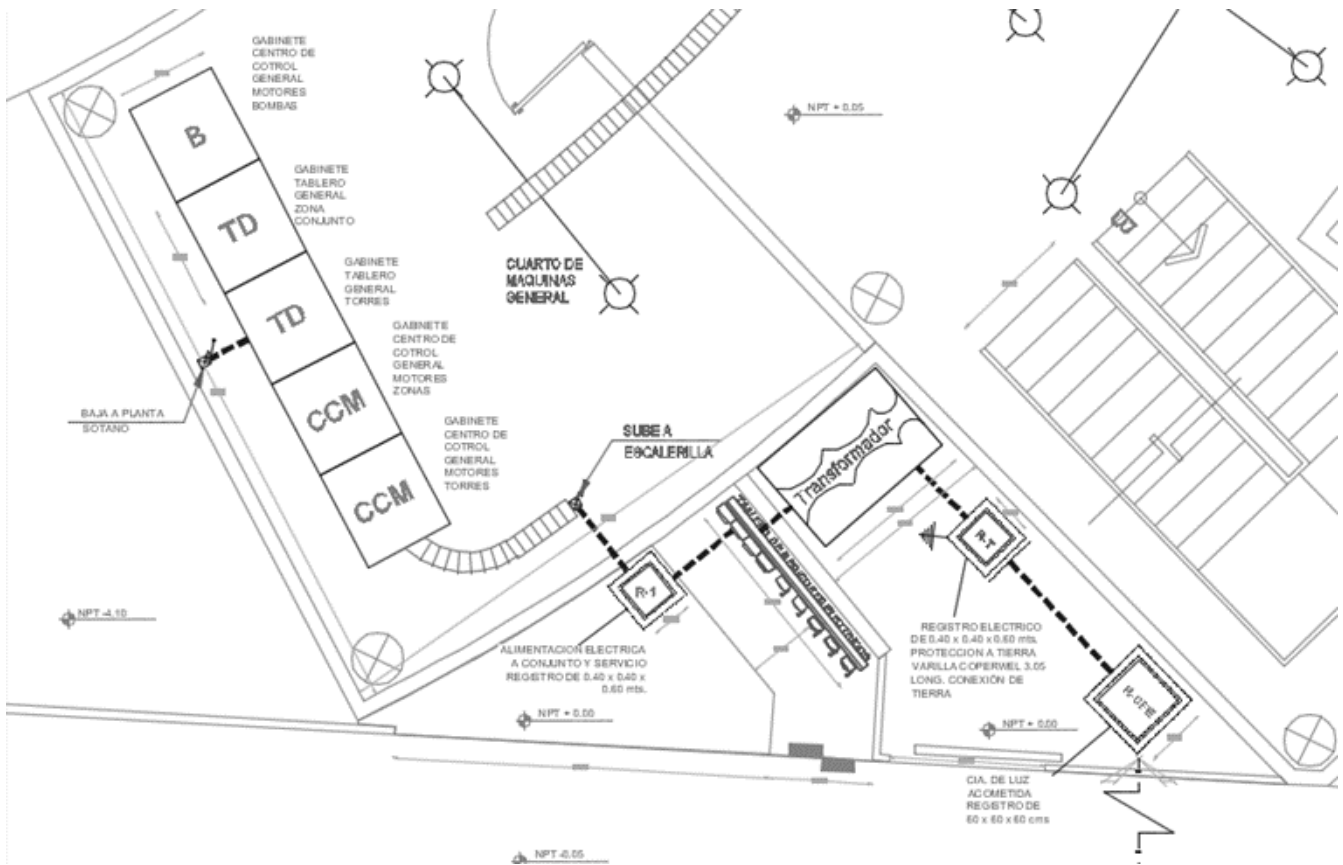


Figura 41 Detalle de acometida eléctrica. Autoría propia (ver planos de instalación eléctrica).

De la red municipal de alta tensión, baja el cableado a un registro subterráneo que se conecta al transformador, después llega a los medidores generales y entra al cuarto de máquinas principal ubicado en planta baja, de ahí baja el cableado al nivel sótano y se distribuye a lo largo del conjunto por los pasillos principales que conectan todas las zonas, el cableado va sobre charolas tipo columpio empotradas al lecho bajo de losa.

- CRITERIO INSTALACIÓN HIDRÁULICA

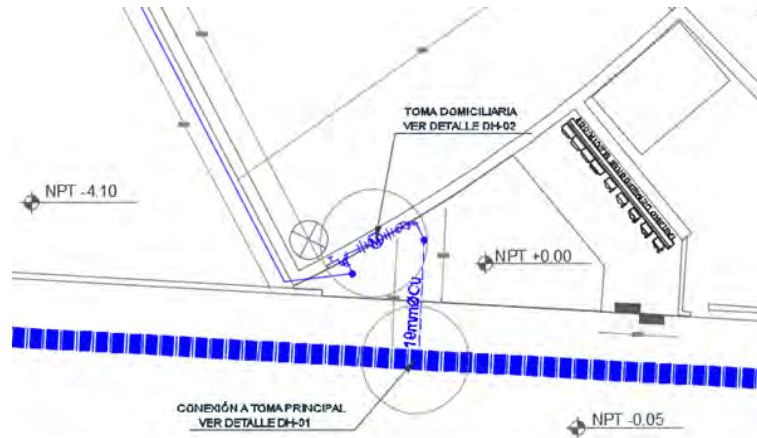


Figura 42. Detalle de acometida de agua potable. Autoría propia (ver planos de instalación hidráulica).

Para abastecer de agua potable al conjunto, la acometida a la red municipal se encuentra en la misma ubicación que la acometida eléctrica, con sus respectivas medidas de seguridad. Esta intención de diseño radica en mantener los medidores de los servicios concentrados en un solo lugar.

Del medidor, la tubería de agua potable baja a sótano y sigue su trayectoria hacia el cuarto de cisternas. Cabe mencionar que la tubería va sobre la charola propuesta para la instalación eléctrica, con el propósito de concentrar las trayectorias de tubería y cableado en un solo elemento. Contemplando posibles fugas en la tubería de agua potable por algún tipo de deterioro o accidente, se toman las medidas de seguridad necesaria en la distancia a las que se coloca una tubería de otra.

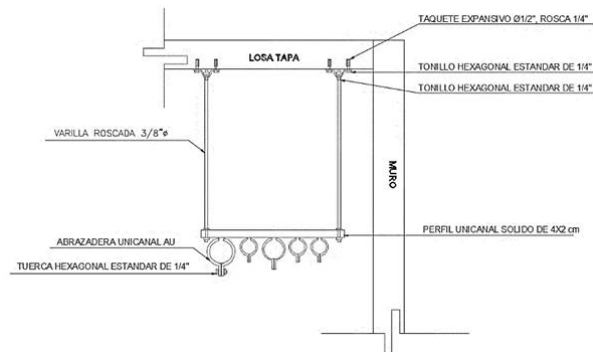


Figura 43. Detalle de fijación de charola de instalaciones. Autoría propia (ver planos de instalación).

Una vez que el agua potable llega al cuarto de cisternas, esta se distribuye en las tres cisternas principales, cada cisterna cuenta con una motobomba que bombea el agua a las zonas del conjunto donde se requiera el servicio de agua potable. Las zonas de abastecimiento corresponden a las planteadas en el criterio de instalación eléctrica.

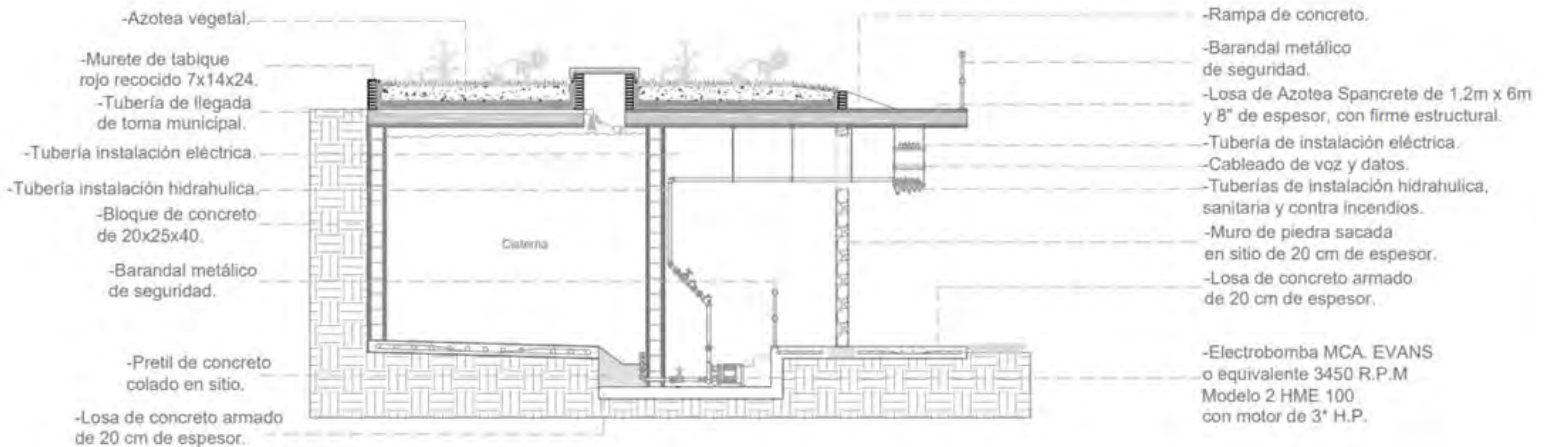


Figura 44. Detalle de corte de cuarto de cisternas. Autoría propia (ver planos de instalación hidráulica)

Se propone una cisterna extra que funciona como cisterna de emergencia en caso de que alguna de las principales este fuera de servicio por mantenimiento o por otros factores.

El techo del cuarto de cisternas forma parte del diseño de cubiertas vegetales que se plantean en el proyecto para la conservación de áreas verdes. El siguiente detalle muestra el tratamiento y criterio constructivo que se le da a este elemento.

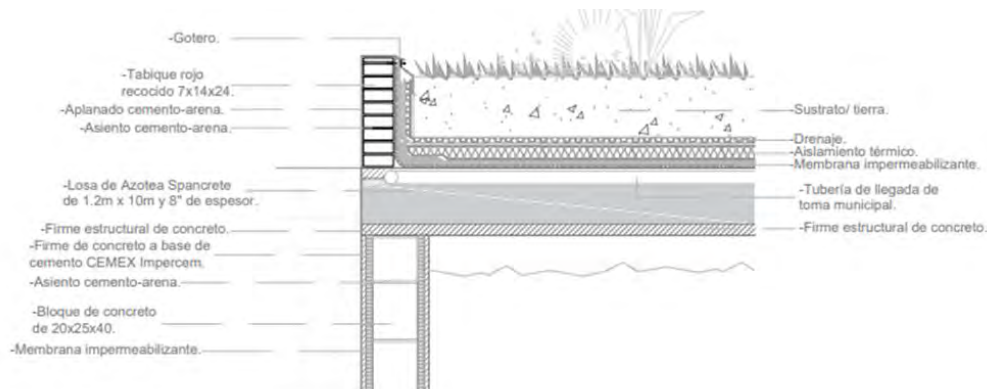


Figura 45. Detalle de cubierta vegetal. Autoría propia (ver planos de instalación hidráulica).

- CRITERIO INSTALACIÓN SANITARIA

Se propone en el conjunto una red de tuberías subterráneas en el nivel sótano que conducen las aguas negras hacia el drenaje municipal. Las aguas grises y negras de los muebles sanitarios del conjunto llegan a unos registros ubicados en los patios exteriores del mismo, a cada 10 metros por tramo de tubería. La conexión al drenaje municipal tiene lugar en la fachada norte del conjunto, colindante a la avenida eje 10.

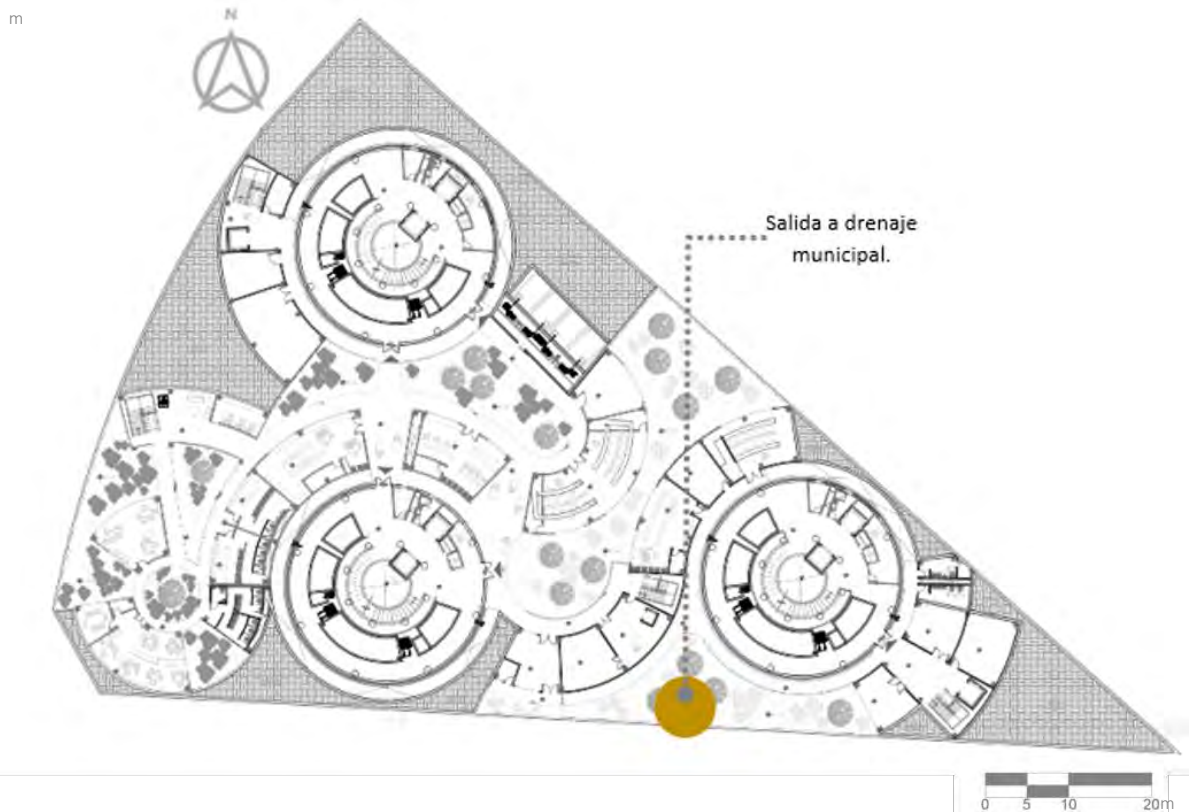


Figura 46. Ubicación de salida a drenaje municipal (ver planos de instalación sanitaria).

Debido a la altura en que se encuentra el nivel sótano (- 4.00 m) y a las pendientes establecidas en las tuberías para asegurar el flujo de las aguas negras (2% de pendiente), la tubería del drenaje municipal queda a un nivel más alto que la salida del drenaje del conjunto, por ello, por lo que se propone un cárcamo de bombeo que conduzca las aguas residuales hacia el drenaje municipal.

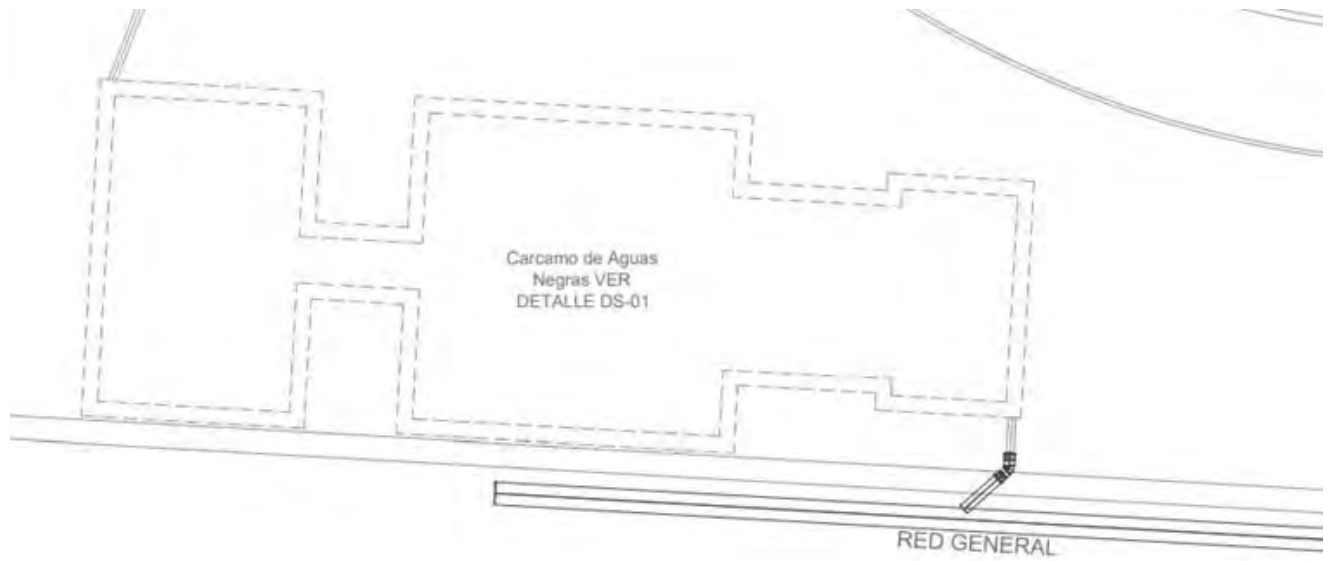


Figura 47. Esquema del cárcamo de bombeo. Autoría propia (ver planos de instalación sanitaria).

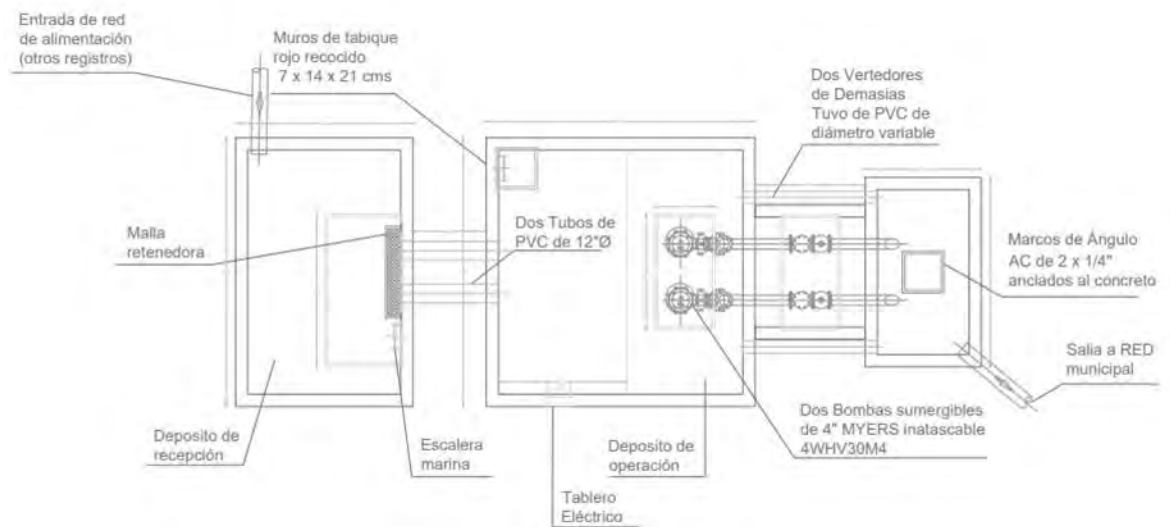


Figura 48. Detalle en planta del cárcamo de bombeo. Autoría propia (ver planos de instalación sanitaria).

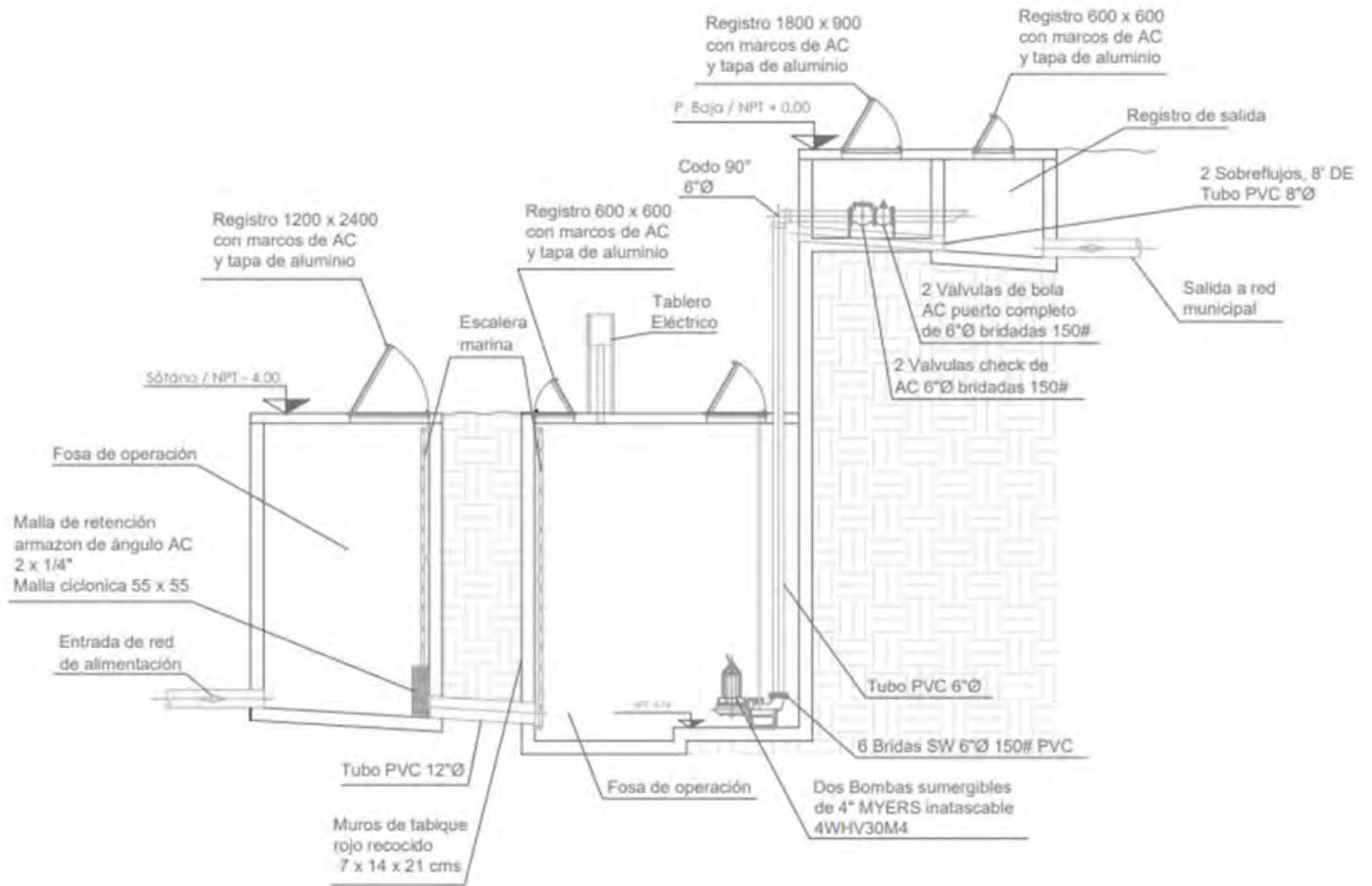


Figura 49. Corte esquemático del cárcamo de bombeo. Autoría propia (ver planos de instalación sanitaria).

EL MÓDULO DE PRODUCCIÓN

Siendo que el elemento medular del complejo, es el módulo de producción/torre de cultivo, se profundizó en su desarrollo arquitectónico, estructural e infraestructura de servicios, con el fin de permitir un entendimiento integral del género de edificio y sus implicaciones arquitectónicas y técnicas.

TORRE DE CULTIVOS / PLANTA BAJA

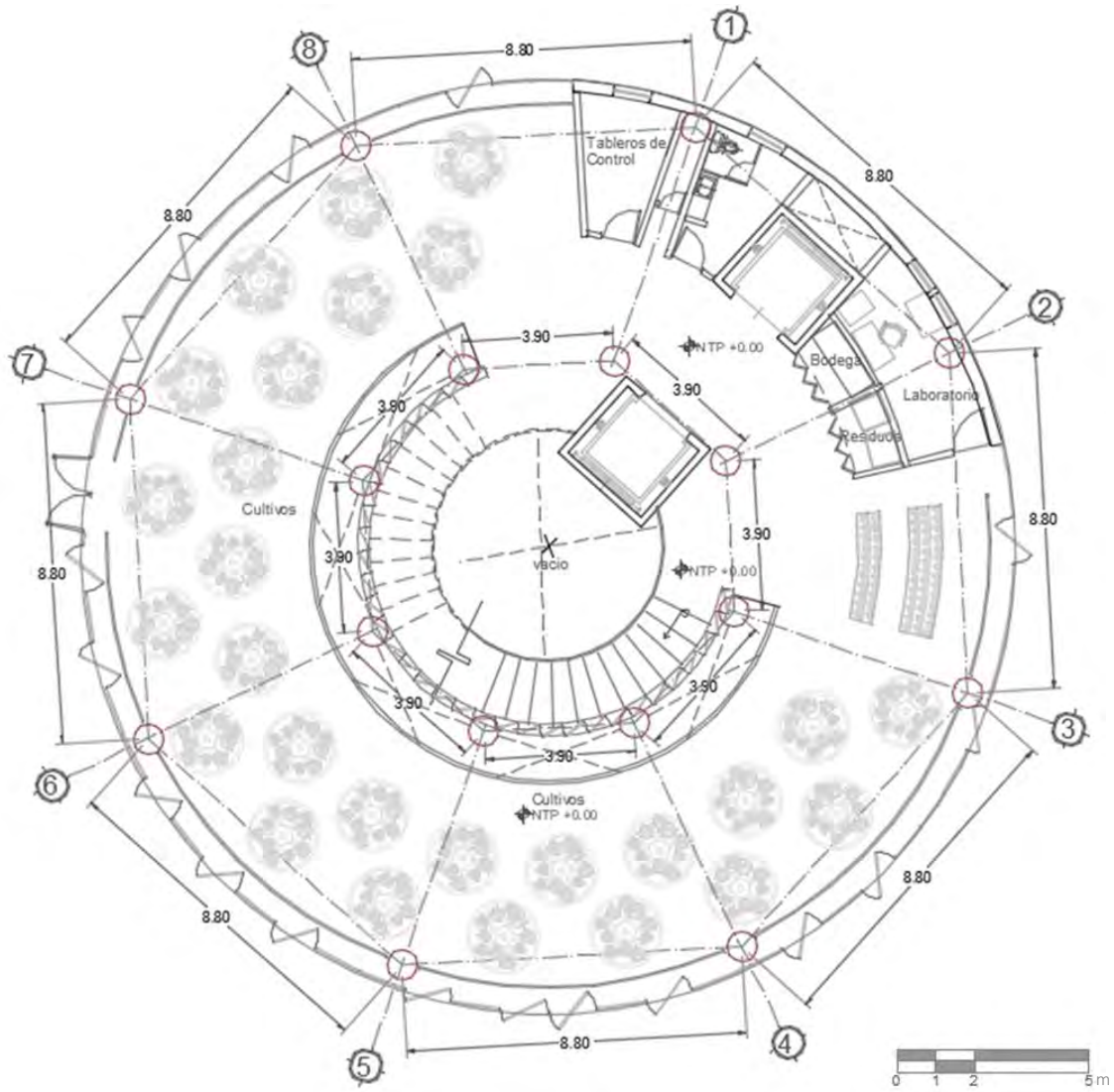


Figura 50. Diseño Arquitectónico / Planta Baja.

La torre de cultivos se divide dos zonas principales, la zona de producción y la zona de servicios.

- **Zona de producción.**

En esta zona, los sistemas de cultivo se extienden a lo largo de la fachada de la volumetría con orientación este- sur- oeste para aprovechar la captación de luz solar a lo largo del día, los muebles que conforman estos sistemas, se disponen de manera intercalada para poder realizar las actividades de monitoreo, mantenimiento y cosecha de manera más práctica. La zona cuenta con una circulación principal, un pasillo ubicado en la zona central de la granja, este pasillo permite el traslado de las cosechas, de materiales especiales y del personal sin intervenir en el desarrollo de los cultivos.

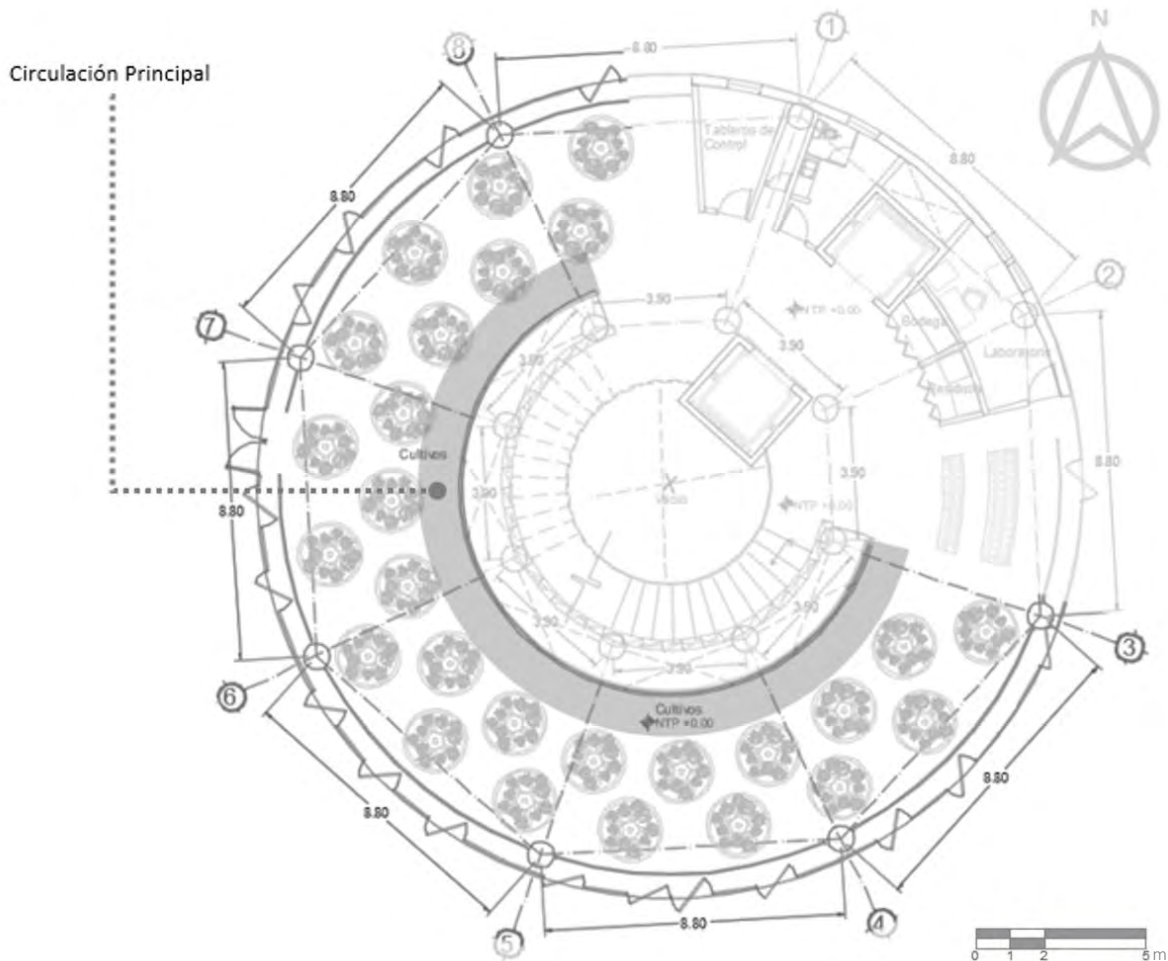


Figura 51. Circulaciones / Planta Baja.

Para cumplir con los parámetros de iluminación requeridos, la fachada que da a la zona de producción se propone de cristal. Para satisfacer las demandas de ventilación como elemento fundamental en el desarrollo de los cultivos, la fachada de cristal estará ligada a un sistema automatizado que se abra o cierre en función de las necesidades climáticas internas de los cultivos y, siempre que las condiciones externas sean las adecuadas para los mismos. Esto permite que el funcionamiento del edificio sea más flexible en el uso de los recursos para el desarrollo de los cultivos.

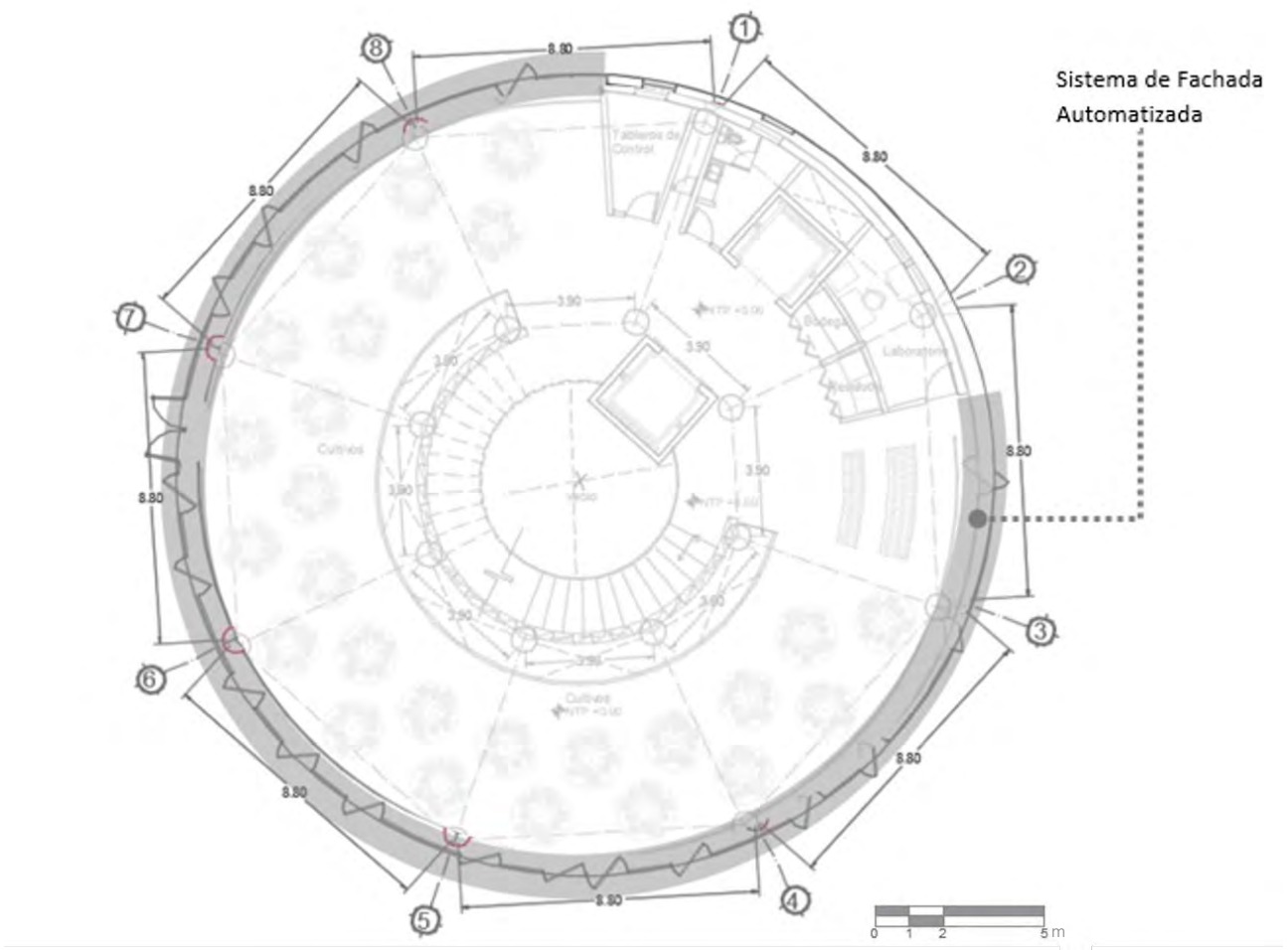


Figura 52. Zona Fachada Automatizada / Planta Baja.

- Zona de servicios.

Respondiendo a lo establecido en el programa arquitectónico y al estudio de los elementos necesarios para el desarrollo de los cultivos, los servicios se encuentran en la parte norte y parte central de la granja vertical.

Las circulaciones verticales que se plantean al centro de la planta (escalera y montacargas), transportan materiales, cosechas y personal a lo largo de la torre.

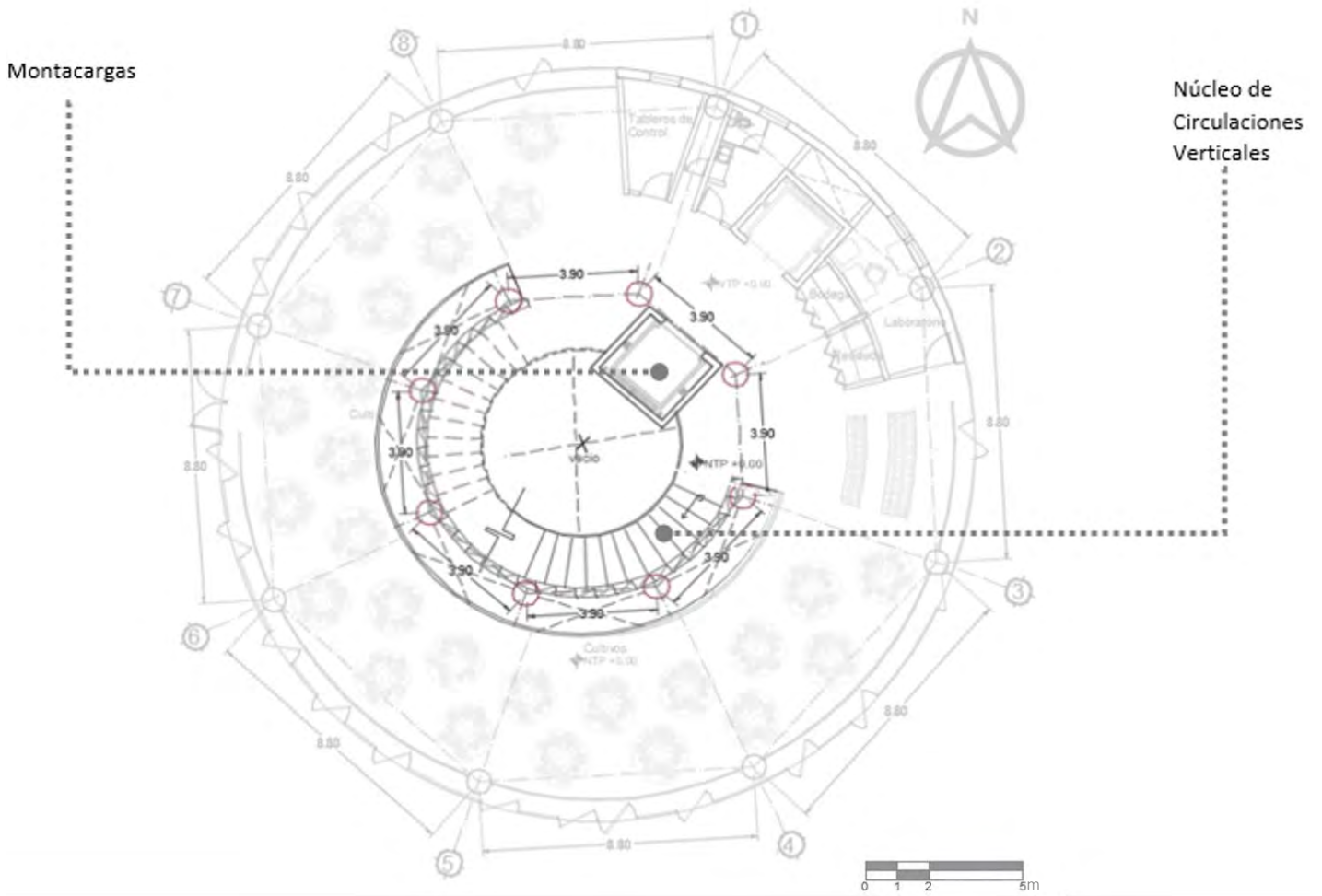


Figura 53. Circulaciones verticales / Planta Baja.

La parte norte de servicios está formada por los siguientes espacios:

1. Laboratorio – Oficina: En este espacio se encuentra el personal especialista que monitorea las condiciones de los cultivos, así como los equipos especiales que intervienen en el proceso, de igual manera se revisa la solución nutritiva que se distribuye a los cultivos.
2. Bodega: Almacenamiento de herramientas y equipos para el mantenimiento de los cultivos y los equipos que intervienen.
3. Residuos: Almacenamiento de desechos, principalmente orgánicos, se dispondrán de estos residuos para poder generar composta en los espacios complementarios de los cultivos en el resto del conjunto.
4. Sanitarios
5. Cuarto de control: Aquí se encuentran los tableros eléctricos que controlan todos los equipos en cada nivel, además de que se encuentra el rack principal de cada nivel para la instalación de voz y datos.

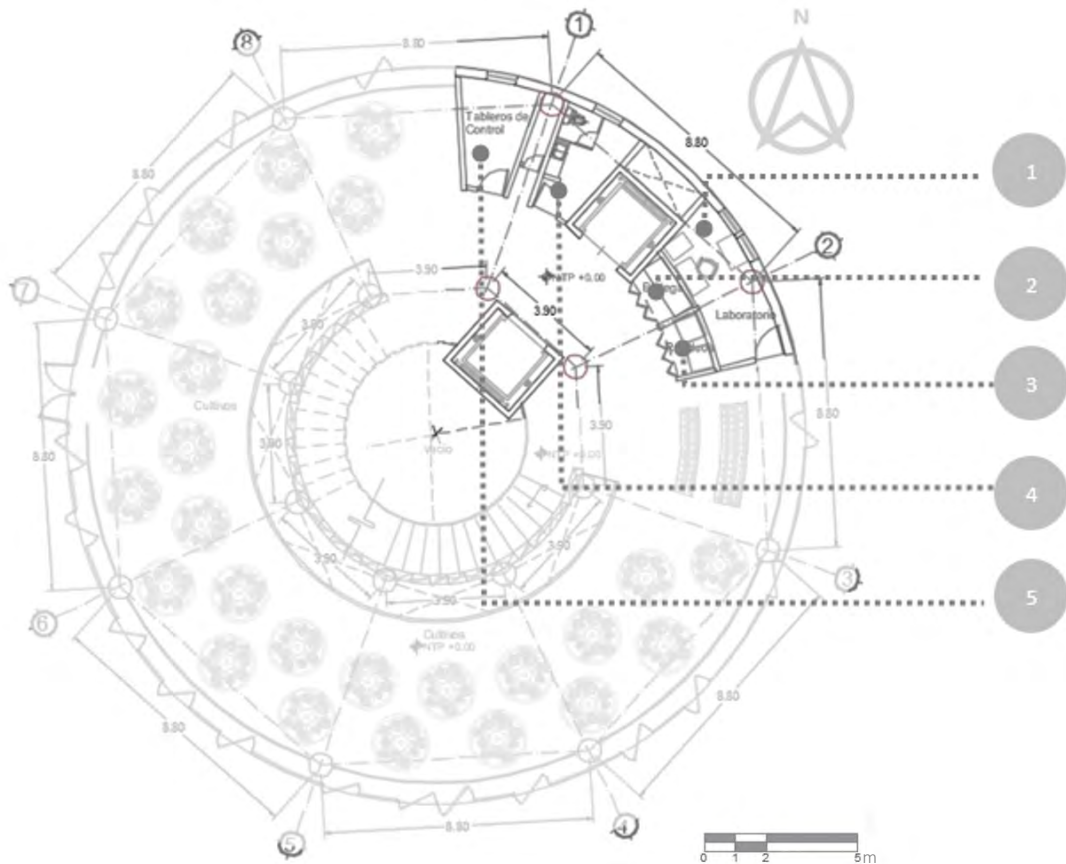


Figura 54. Servicios / Planta Baja.

TORRE DE CULTIVOS / PLANTA TIPO

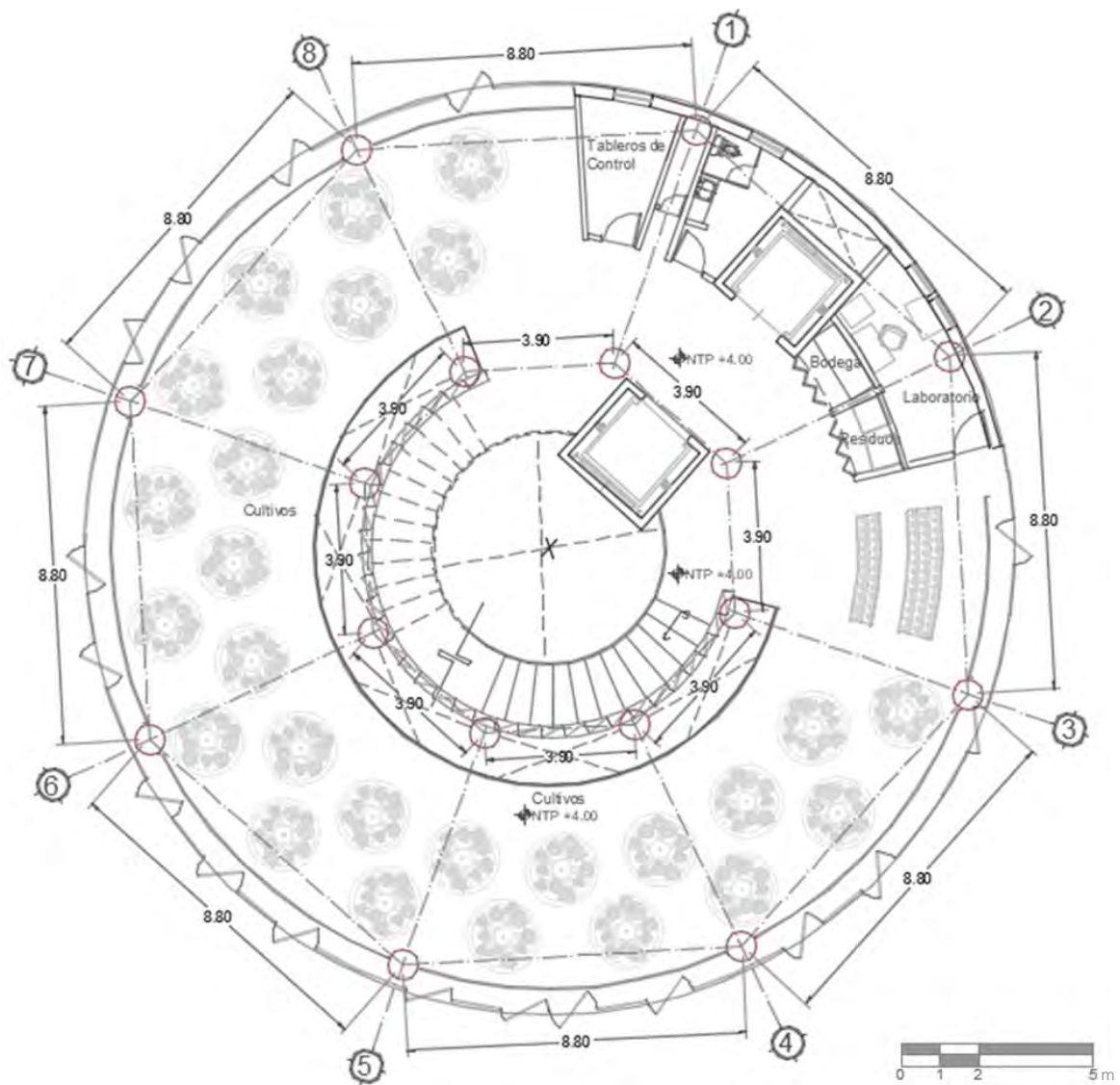


Figura 55. Diseño Arquitectónico / Planta Tipo.

La planta tipo abarca el segundo, tercer y cuarto nivel, especialmente tiene los mismos elementos que la planta baja, con la diferencia que el cuarto nivel tiene una doble altura, esto, se debe al tipo de cultivos que se propone en dicho nivel.

TORRE DE CULTIVOS / PLANTA DE AZOTEA

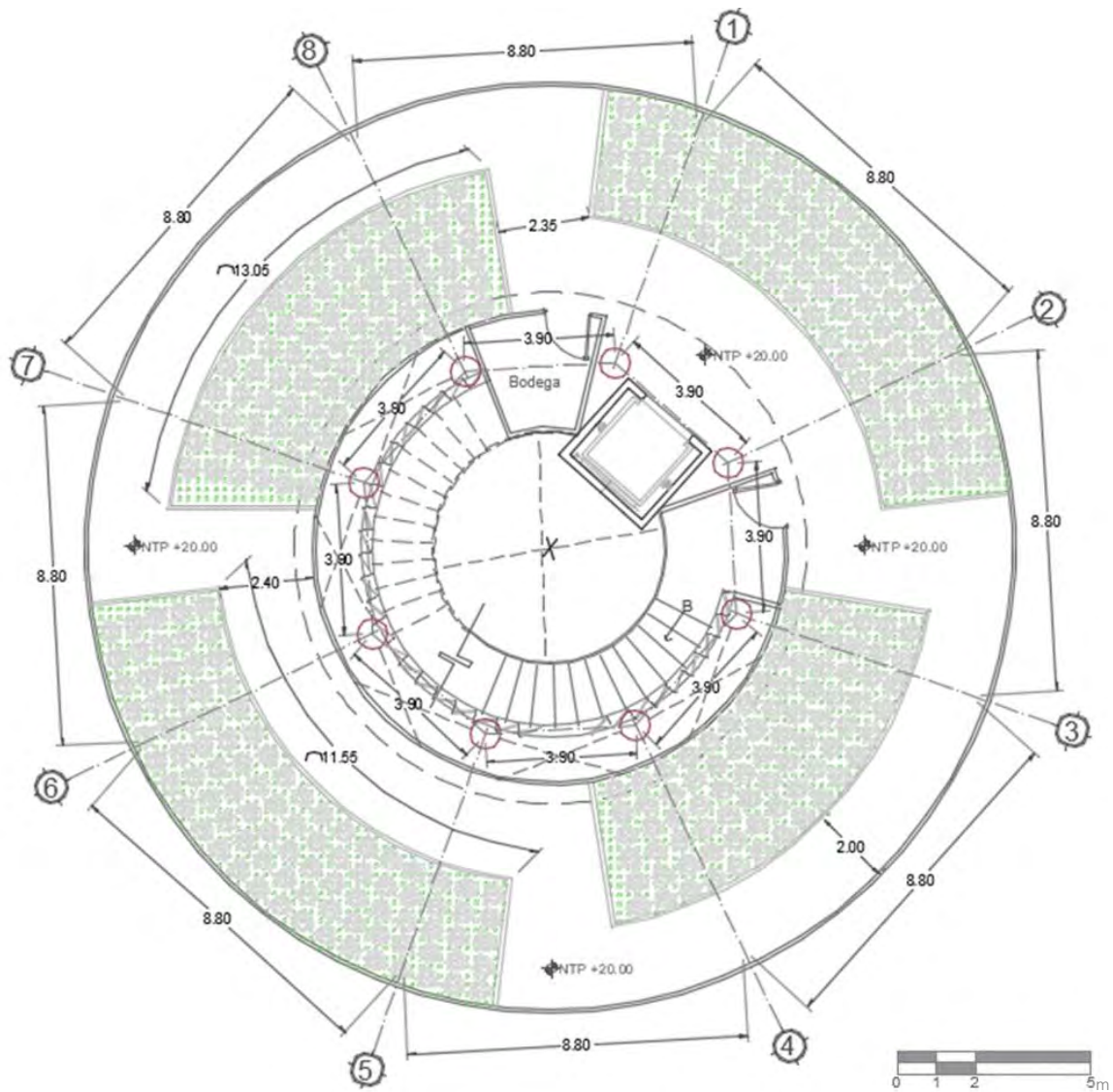


Figura 56. Diseño Arquitectónico / Planta de Azotea.

En la planta de azotea se propone un sistema de cultivos al exterior, se disponen cuatro espacios de producción distribuidos a lo largo de la planta mediante cubiertas vegetales, con circulaciones entre cada espacio para la realización de las actividades relacionadas el mantenimiento de estas.

TORRE DE CULTIVOS / PLANTA DE TECHOS

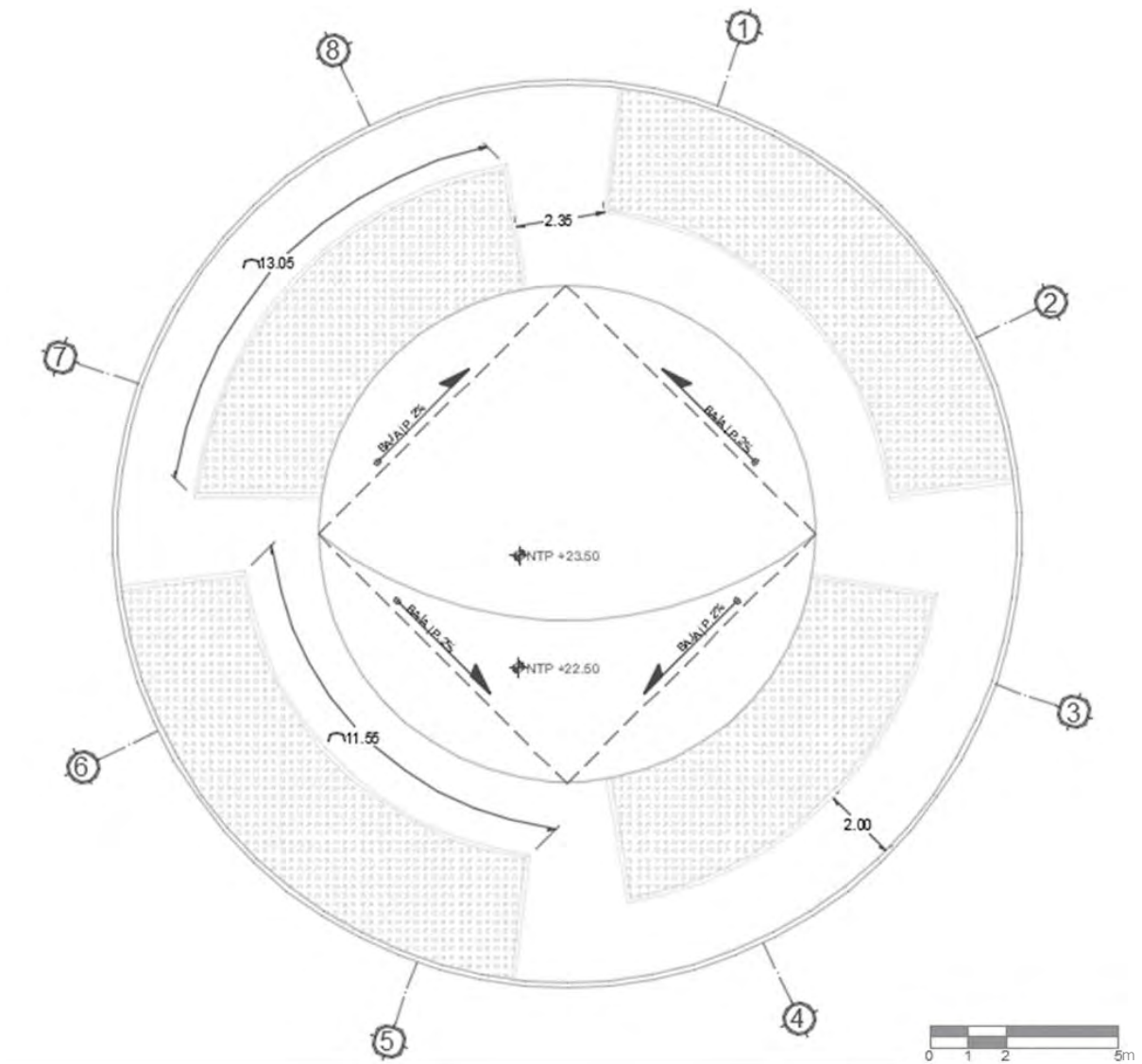


Figura 57. Diseño Arquitectónico / Planta de Techos.

El núcleo de circulaciones verticales está cubierto por una losa ligera seccionada en dos partes, favoreciendo la orientación este- oeste que deja pasar la luz natural al interior de la torre, principalmente en el núcleo de circulaciones; las cubiertas tendrán pendiente para la captación de agua pluvial.

TORRE DE CULTIVOS / PLANTA SÓTANO

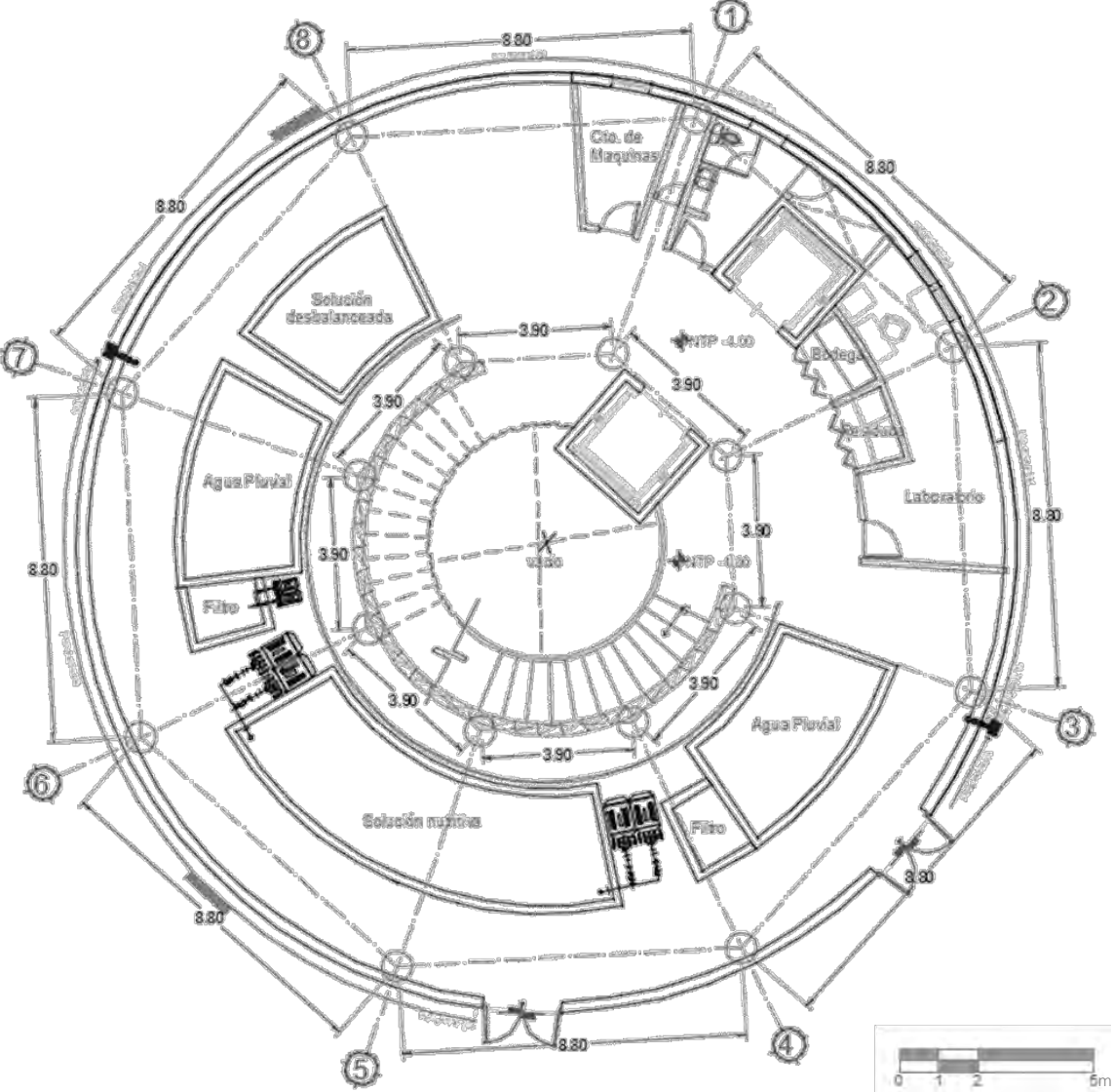
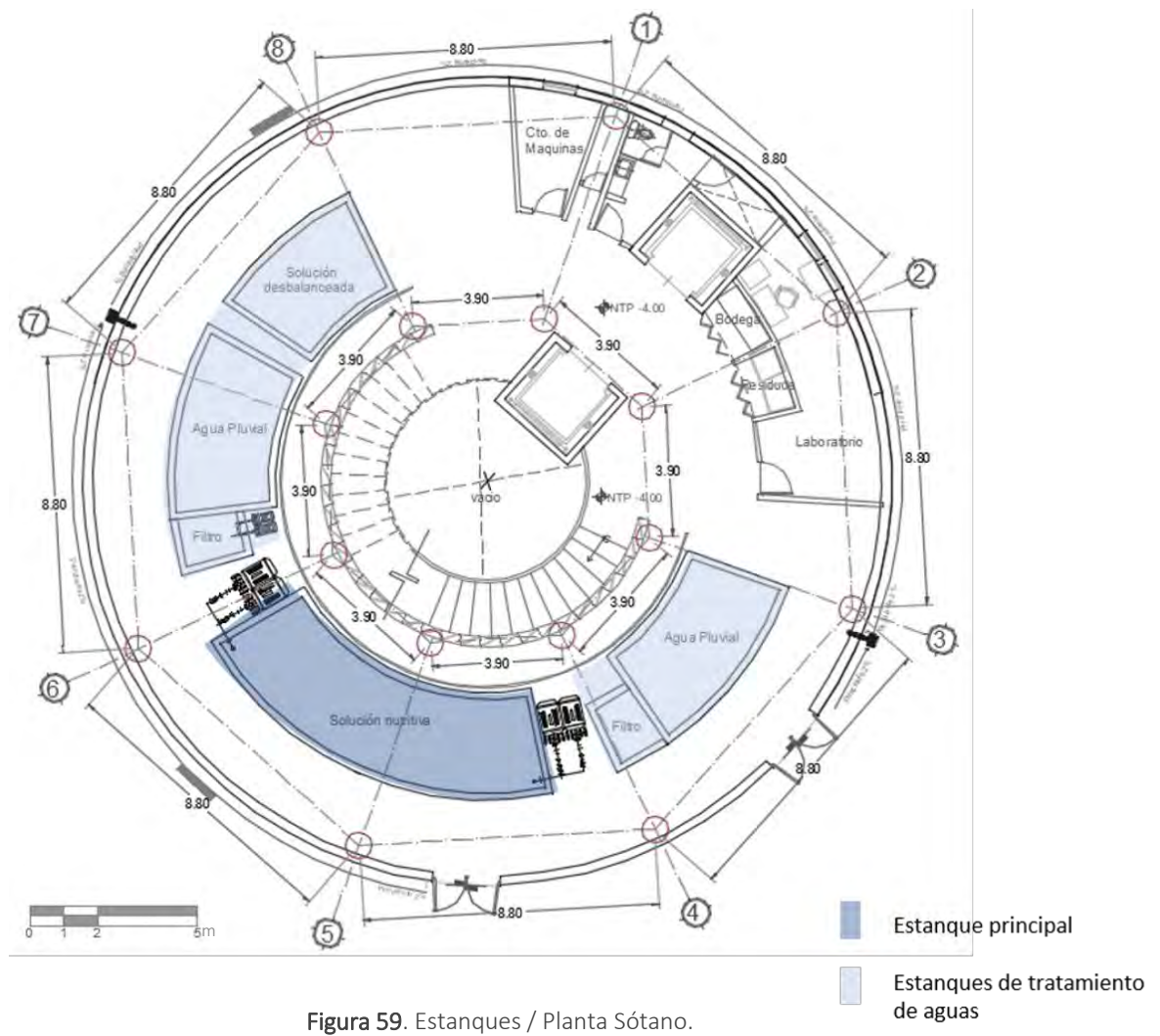


Figura 58. Diseño Arquitectónico / Planta Sótano.

En el sótano se desarrolla uno de los componentes fundamentales en el proceso de desarrollo de los cultivos, la preparación de la solución nutritiva para el riego.

Para la superficie propuesta de cultivos se tuvo en cuenta la cantidad de agua que estos requieren. El sótano alberga el estanque principal donde se elabora la mezcla de agua con los nutrientes necesarios para todas las plantas de la torre, sumado a esto se proponen estanques de tratamiento de agua que almacena el agua pluvial captada por la torre, el agua pasa por varios filtros antes de ser llevada al estanque principal de agua para riego.



Las circulaciones verticales que se desplantan desde el sótano, funcionan también como un ducto dedicado a la red de instalaciones que la granja vertical requiere, y la cual se distribuye en cada nivel de la edificación. La concentración de las instalaciones de forma radial permite tener mayor control en el mantenimiento, trayecto y monitoreo de las instalaciones.

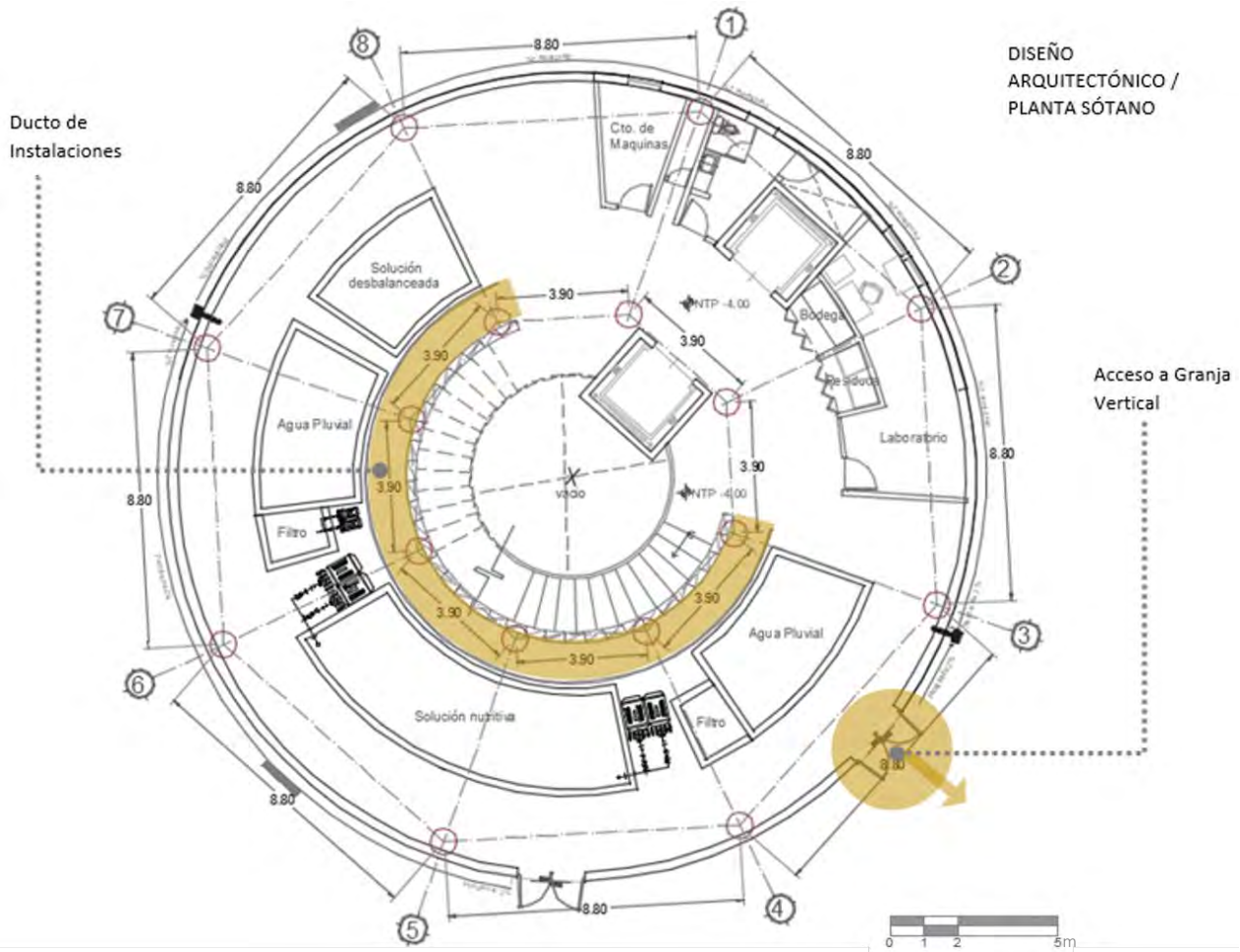


Figura 60. Ductos y acceso / Planta Sótano.

El sótano tiene el acceso principal a la torre de cultivos, dicho acceso conduce a la red de circulaciones principales que conectan con los demás espacios del conjunto; que se encuentran a -4.00 m del nivel de baqueta.

TORRE DE CULTIVOS / CORTE ARQUITECTÓNICO



Figura 61. Corte Arquitectónico de la Torre de Cultivos.

En el corte arquitectónico se aprecia el planteamiento del diseño de los espacios de la granja vertical por nivel, empezando en la planta de sótano, donde los estanques almacenan el agua de riego para los cultivos que se producen en toda la edificación.

La planta baja y planta tipo muestran las características principales de los muebles de cultivo, como su altura y la manera en disponer las plantas como parte del sistema de cultivo hidropónico.

Cada nivel maneja un criterio de instalaciones que consiste en una charola perimetral que concentra las tuberías y el cableado que dan lugar al funcionamiento de la torre, al igual, se muestra el criterio de funcionamiento de la fachada automatizada, dicho elemento juega un papel importante en el desarrollo de los cultivos y en el uso de los recursos naturales y equipos especiales para los mismos. Cada nivel tiene una altura de entrepiso de 4.00 m tomando en cuenta en ancho de losa (30cm), tenemos una altura libre de 3.70m entre cada entrepiso para los primeros 4 niveles y de 7.70 m para el último nivel. La altura total del edificio es de 24 m.

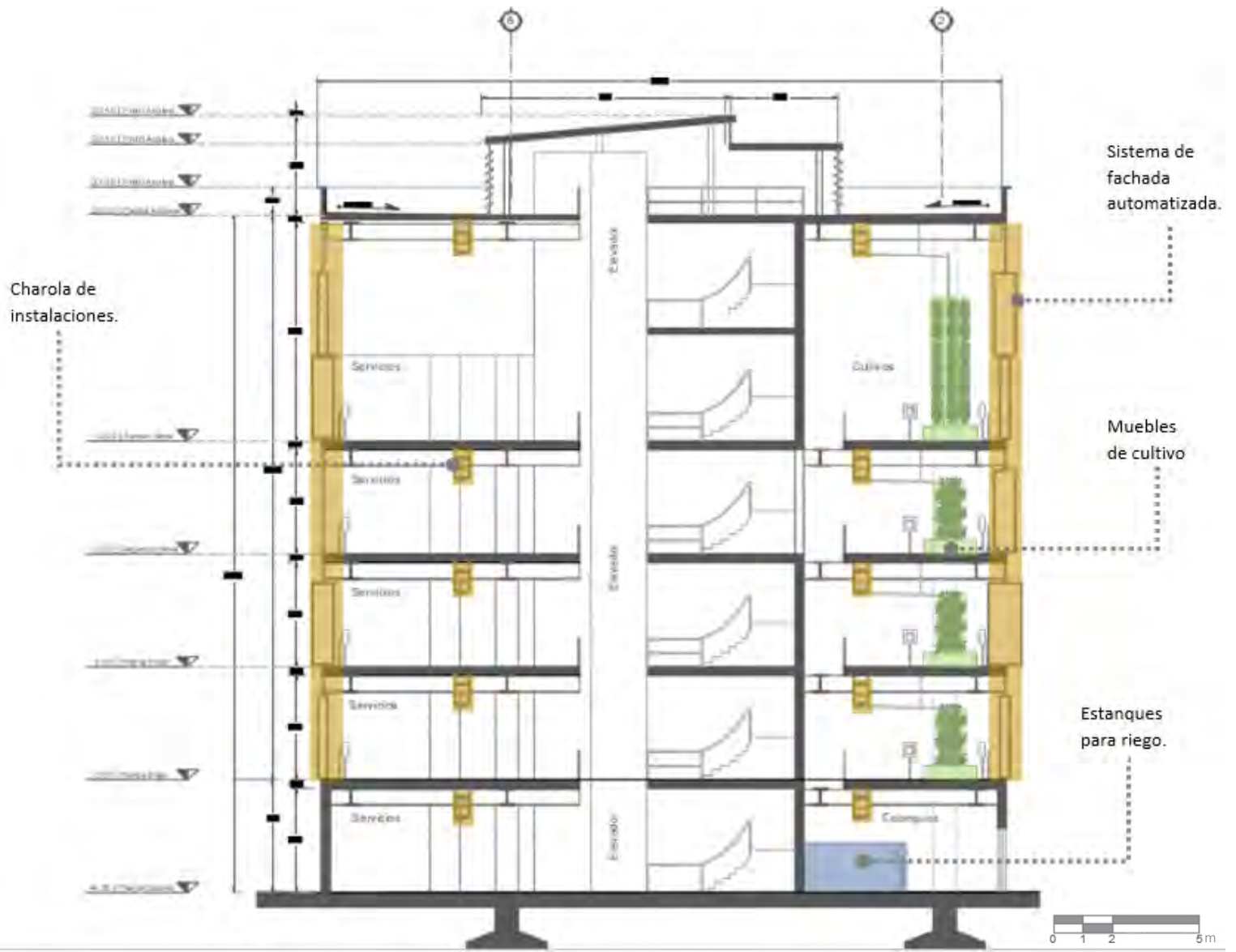


Figura 62. Corte esquemático / Componentes de Torre de Cultivos.

Se demuestra el detalle de la cubierta de las circulaciones verticales, que tiene como objetivo permitir el paso de luz solar hacia el interior del edificio, además que la pendiente de este elemento tiene la función de dirigir el agua pluvial hacia las coladeras de captación para el tratamiento de agua.

Se propone una fachada de cristal con un sistema automatizado para el cubo de las circulaciones verticales, de esta manera se controla el aire que ingresa del túnel de viento que genera el vacío del centro de la edificación.

La estructura que contiene a los cultivos propuestos como parte de la azotea, permite el escurrimiento de agua sobrante hacia las bajadas de agua pluvial.

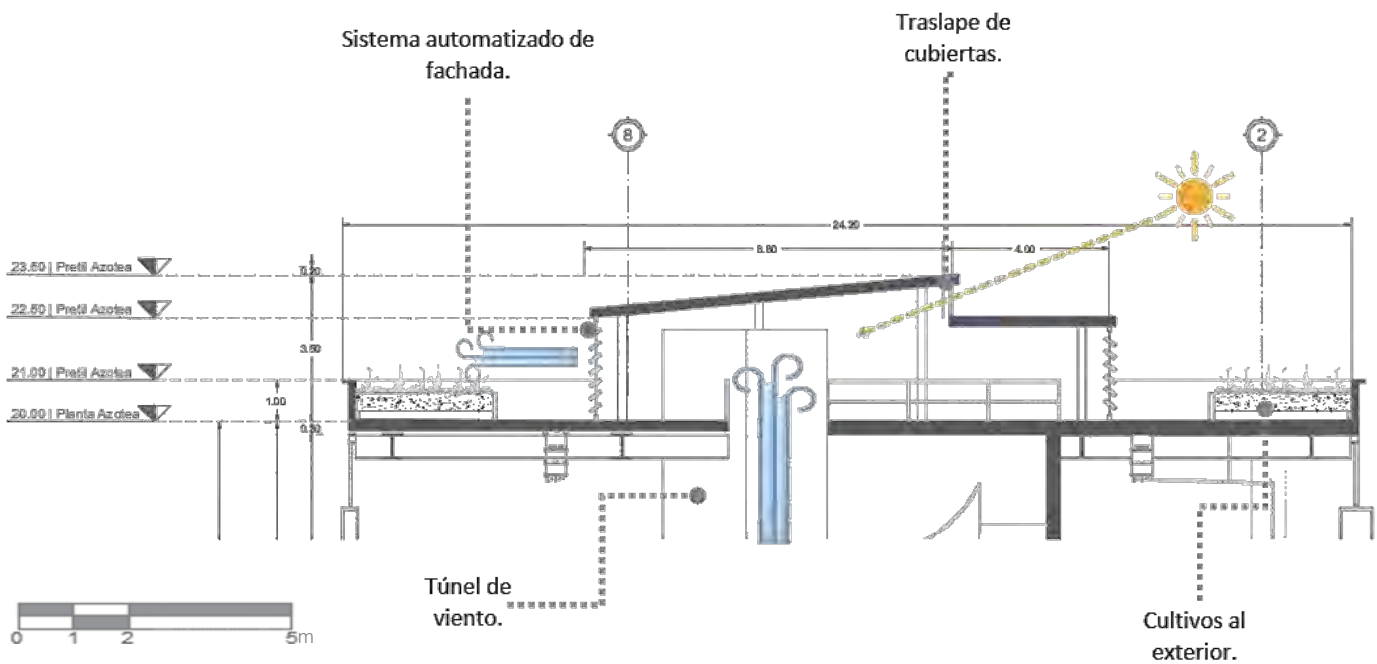


Figura 63. Corte esquemático / Factores de diseño.

La manera en que se plantearon los tipos de cultivo en la granja vertical fue la siguiente:

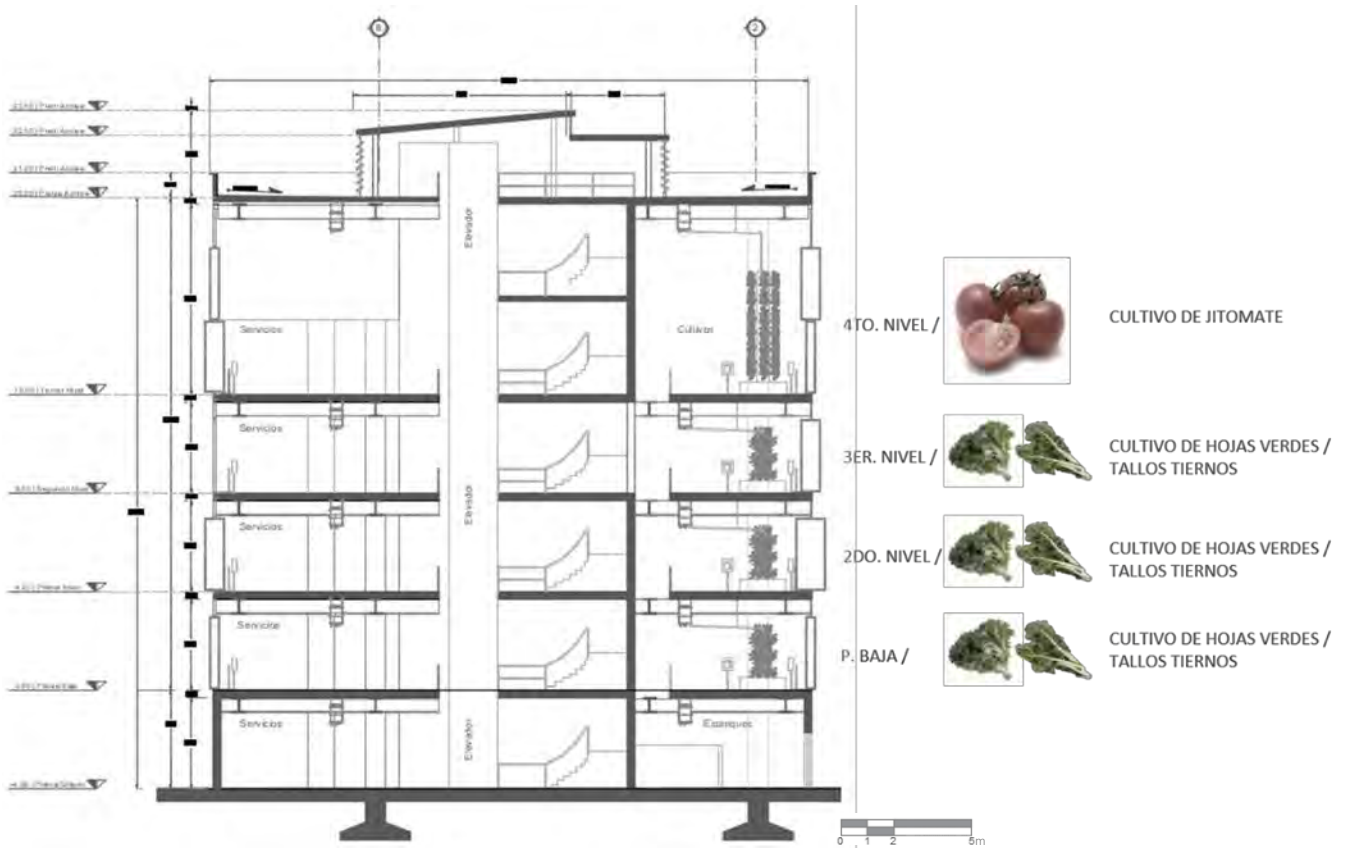


Figura 64. Esquema del tipo de cultivos en la torre.

Los cultivos de plantas de hojas verdes y tallos tiernos abarcan los niveles representados en la imagen anterior. Los cultivos de fruto (jitomate) se proponen en el cuarto nivel, dado que requieren mayor exposición solar para su desarrollo, por ello es que en este nivel se plantea una doble altura a diferencia de los demás niveles.



Figura 65. Vista hacia Torres de Cultivo desde Eje 10.



INSTALACIONES

El criterio empleado en las instalaciones es mantener un diseño modular de trayectorias en cada nivel de la granja vertical, con el fin de hacer más eficiente el montaje y mantenimiento de las mismas. Esto forma parte del concepto modular que se propone para todos los elementos que conforman la granja vertical.

INSTALACION ELECTRICA

La línea de alimentación proveniente del cuarto principal eléctrico ubicado cerca de la acometida, llega al cuarto de tableros de cada torre de cultivos ubicado en el nivel sótano.

La trayectoria de cableado de este nivel consiste en lo siguiente: De los tableros de control, sube la tubería a losa, sujeta con varilla roscada hasta el pasillo central del círculo de la torre de cultivos, se incorpora a una charola empotrada a lecho bajo de losa donde se ubican todas las tuberías y cableado requerido para los equipos de la edificación, esto permite mayor orden en la disposición de las tuberías. La charola sigue la forma circular del edificio a modo que la trayectoria planteada pueda distribuir la alimentación eléctrica en cada espacio donde se requiera. Los principales equipos que alimenta la instalación eléctrica en este nivel son: luminarias, motobombas, filtros UV, contactos y montacargas.

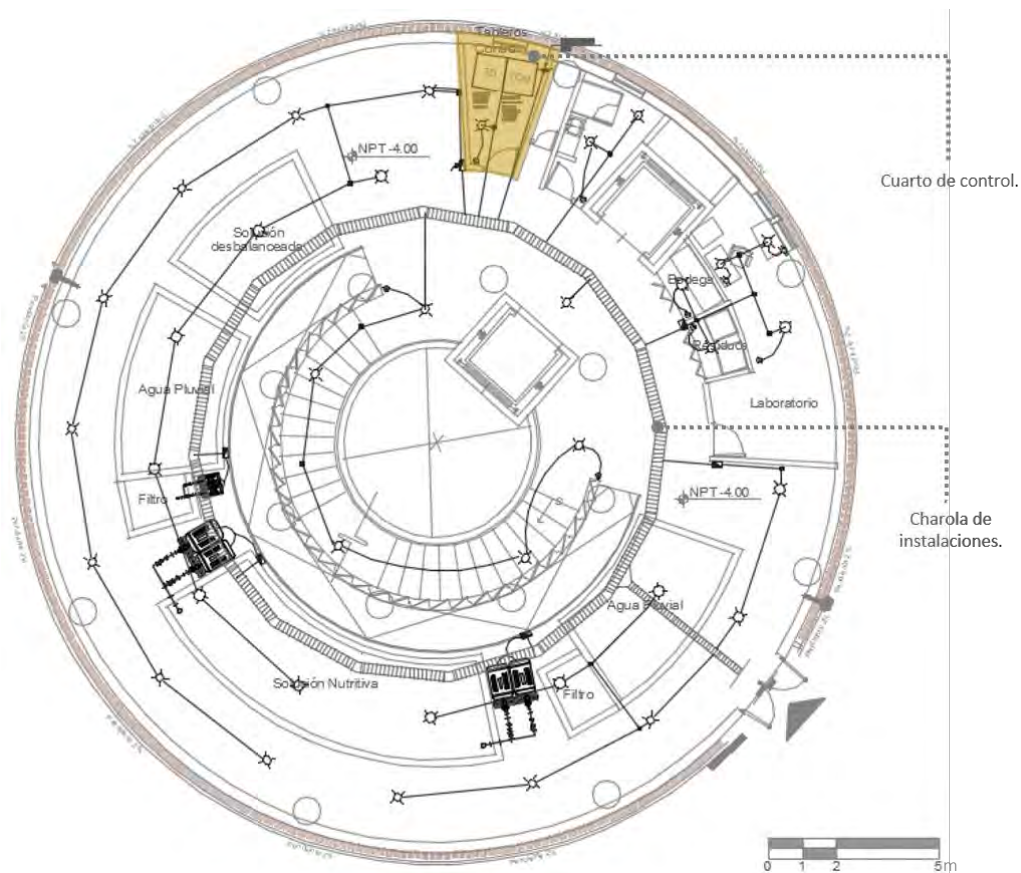


Figura 66. Instalación eléctrica / Planta Sótano.

La línea principal de alimentación sube por el ducto de instalaciones que se encuentra en el núcleo de circulaciones verticales (ver proyecto arquitectónico). Se incorpora a la charola de instalaciones del nivel superior, similar a la de nivel sótano, y se integra al cuarto de control de planta Baja por medio de tubería soportada con varilla roscada, donde se encuentra un tablero secundario que controla los equipos de ese nivel.

Para poder alimentar los equipos es necesario sacar disparos de tubería de la charola principal de instalaciones, a modo de generar ramales secundarios a lo largo del nivel. Para el caso del sistema automatizado de la fachada, la línea de alimentación llega a un tablero de control y baja la tubería a ras de piso para seguir su trayectoria por el contorno del edificio entre el barandal de protección y la fachada de cristal, esto con el objeto de no presentar alguna obstrucción en las circulaciones o en la zona de cultivos.

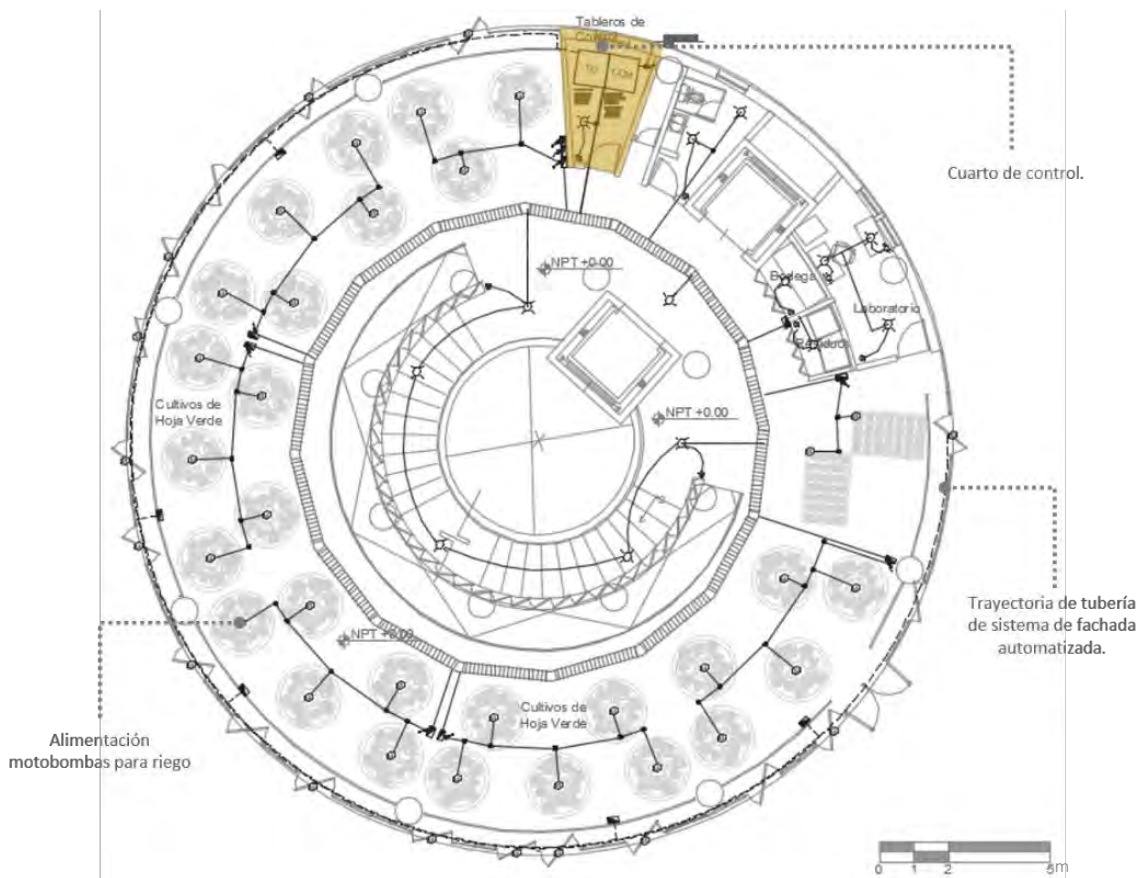


Figura 67. Instalación eléctrica motobombas / Planta Baja y Tipo.

En los niveles de producción se proponen luminarias especiales PHILIPS GreenPower LED toplighting para agricultura (véase ANEXO figura 1), ya que su salida de luz irradia menos calor a diferencia de la luz LED HPS, además que permite controlar la intensidad de luz y temperatura para alcanzar niveles de iluminación óptimos en los cultivos y obtener mayor control sobre sus condiciones de crecimiento.

Esto es un complemento en relación con la iluminación natural, de modo que los días donde las condiciones climáticas no permitan una iluminación suficiente dentro del edificio, las luminarias se activarán para mantener los requerimientos lumínicos adecuados.

Para saber la cantidad de luminarias necesarias para cubrir la superficie de cultivo, se hizo el siguiente cálculo considerando las características espaciales de la torre de cultivos.

CÁLCULO DEL NÚMERO DE LUMINARIAS REQUERIDAS PARA LAS TORRES DE CULTIVOS.

La determinación del número de luminarias se realizará mediante el método de cálculo por lúmenes.

Para el cálculo se definieron los siguientes datos:

- Dimensiones del local.

La superficie total que ocupan los cultivos es de 200 m² y dada la forma circular de esta, asignaremos los siguientes valores a su ancho, largo y a su altura.

$$a = 10 \text{ m}$$

$$b = 20 \text{ m}$$

$$h = 3.80 \text{ m}$$

- Nivel de luminancia media.

Este valor comúnmente depende del tipo de actividad a realizar en el local, sin embargo, para este caso se asignará el valor de acuerdo a los lúmenes requeridos para las plantas que se están proponiendo. Se hará referencia en la tabla siguiente, tomando en cuenta los luxes que necesitan las plantas de Jitomate (4,000 lux) como valor general para fines de este cálculo.

Iluminación	Tomate	Pimiento	Pepino	Berenjena
h/día	8 - 16	12 - 15	12 - 18	10 - 12
lux	2.000 - 4.000	2.000 - 4.000	2.000 - 4.000	2.000 - 4.000

Tabla 1. Exigencias de luz para distintos tipos de cultivo. Recuperado de Francesc Gassó y Sergio Solomando Valderrabano. (2011). [Tabla]. Estructura e instalaciones de un invernadero.

- Tipo de Luminaria.

Iluminación LED. PHILIPS GreenPower LED toplighting. 160-210 watts / 400 V.

- Sistema de alumbrado.

Sistema por Iluminación Directa, este sistema se produce cuando todo el flujo de las lámparas va dirigido hacia el suelo. Dicho sistema ofrece un mayor rendimiento luminoso.

- Altura de suspensión de las luminarias según el sistema de iluminación escogido.

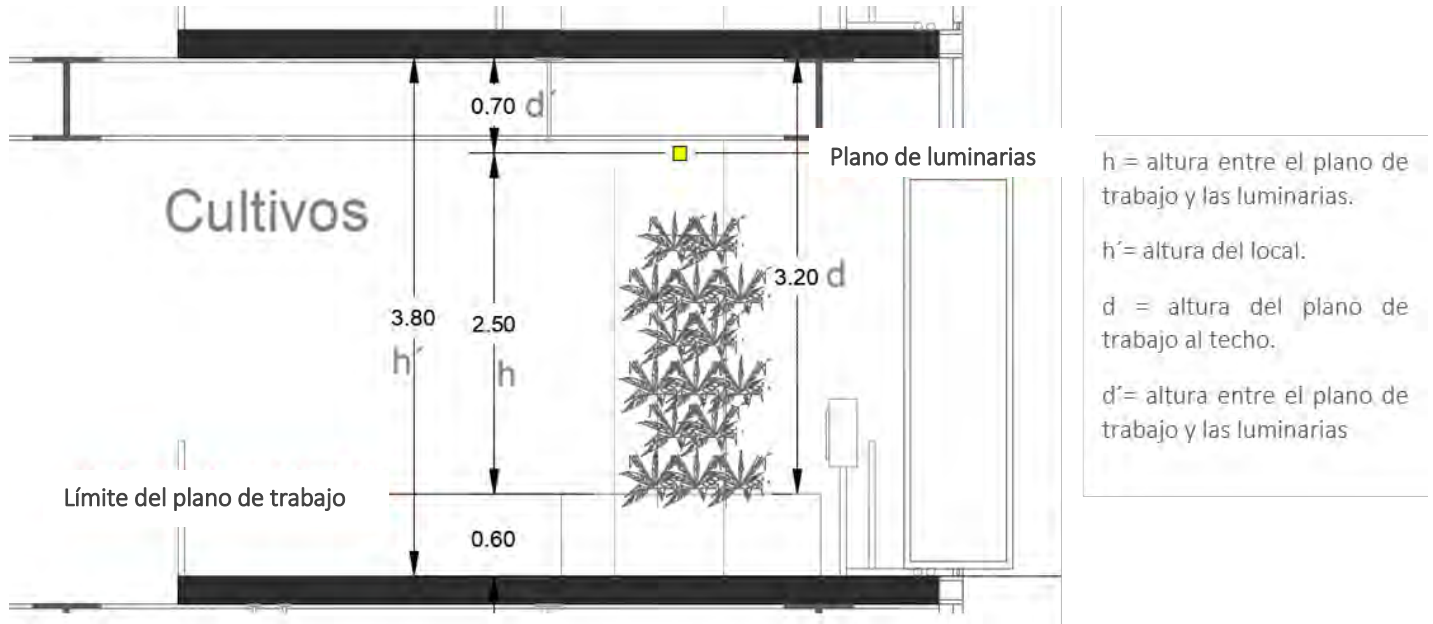


Figura 68. Sección Torre de cultivos. Autoría propia (cotas en metros).

- Cálculo de altura óptima para las luminarias:

ALTURA OPTIMA

ALTURA MÍNIMA

$$h_{optima} = \frac{4}{5} (h' - 0.60)$$

$$h_{mínima} = \frac{2}{3} (h' - 0.60)$$

$$h_{optima} = \frac{4}{5} (3.8 - 0.60) = 2.56$$

$$h_{mínima} = \frac{2}{3} (3.8 - 0.60) = 2.11$$

Factor de Utilización para sistemas de iluminación Directa.

$$k = \frac{a \times b}{h(a+b)}$$

Sustitución $k = \frac{10 \times 20}{2.50(10+20)} = 2.6 \approx 3$

- Coeficientes de reflexión de luz en techo, paredes y suelo.

Estos valores se encuentran tabulados para los diferentes tipos de materiales, superficies y acabados.

	<i>Color</i>	<i>Factor de reflexión</i>
Techo	Blanco o muy claro	0.7
	Claro	0.5
	Medio	0.3
Paredes	Claro	0.5
	Medio	0.3
	Oscuro	0.1
Suelo	Claro	0.3
	Oscuro	0.1

Tabla 2. Coeficientes de reflexión. Recuperado de Francesc Gassó y Sergio Solomando Valderrabano. (2011). [Tabla]. Estructura e instalaciones de un invernadero.

Se dispone de los siguientes factores:

Techo: Medio, factor de reflexión = 0.3
Paredes: Medio, factor de utilización = 0.3
Suelo: Claro, factor de reflexión = 0.3

Apoyados con tablas de factor de utilización obtenemos que: $\eta = 0.50$

Tipo de aparato de alumbrado	Índice del local k	Factor de utilización (η)								
		Factor de reflexión del techo								
		0.7			0.5			0.3		
		Factor de reflexión de las paredes								
		0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1
	1	.28	.22	.16	.25	.22	.16	.26	.22	.16
	1.2	.31	.27	.20	.30	.27	.20	.30	.27	.20
	1.5	.39	.33	.26	.36	.33	.26	.36	.33	.26
	2	.45	.40	.35	.44	.40	.35	.44	.40	.35
	2.5	.52	.46	.41	.49	.46	.41	.49	.46	.41
	3	.54	.50	.45	.53	.50	.45	.53	.50	.45
	4	.61	.56	.52	.60	.56	.52	.60	.56	.52
	5	.63	.60	.56	.63	.60	.56	.62	.60	.56
	6	.68	.63	.60	.66	.63	.60	.65	.63	.60
	8	.71	.67	.64	.69	.67	.64	.68	.67	.64
	10	.72	.70	.67	.71	.70	.67	.71	.70	.67

Tabla 3. Factor de utilización. Recuperado de Francesc Gassó y Sergio Solomando Valderrabano. (2011). [Tabla]. Estructura e instalaciones de un invernadero.

- Factor de Mantenimiento

Este factor dependerá del grado de suciedad ambiental y de la frecuencia de la limpieza del local. Se toma una limpieza periódica anual.

Tecnología	Factor de Mantenimiento
LED	0,96
VSAP	0,74
VM	0,58

Tabla 4. Factor de mantenimiento. Recuperado de HILED. (2017). [Tabla]. Aprovechamiento real del flujo luminoso de una lámpara en función de la tecnología elegida.

- Flujo Luminoso Total

Se empleará la fórmula:

$$\Phi_T = \frac{E * S}{\eta * f_m}$$

$$\Phi_T = \frac{4,000 * 200}{0.50 * 0.96} = 1,666,666.66$$

Φ = Flujo Luminoso (en lúmenes)

E = Nivel de Iluminación Deseado (4,000 lx)

S = Superficie (m^2) 10 x 20 = 200 m^2

η = Factor de Utilización (0.50)

f_m = factor de mantenimiento

- Flujo luminoso de la lámpara que se utilizará.

PPFD ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) to Lux

Light Source	Conversion Factor
Sunlight	54
Cool White Fluorescent Lamps	74
Mogul Base High Pressure Sodium Lamps	82
Dual-Ended High Pressure Sodium (DEHPS): ePapillion 1000 W	77
Metal Halide	71
Ceramic Metal Halide (CMH942): standard 4200 K color temperature	65
Ceramic Metal Halide (CMH930-Agro): 3100 K color temperature, spectrum shifted to red wavelengths	59

Multiply the PPFD by the conversion factor to get Lux. For example, full sunlight is 2000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ or 108,000 Lux (2000 * 54).

Tabla 5. Conversión PPFD ($\mu\text{MOL M}^{-2} \text{S}^{-1}$) to lux. Recuperado de APOGEE instruments. (2019). [Tabla]. Conversión PPFD to lux.

Se toma el factor de 82 por sus características similares a las lámparas LED.

La luminaria PHILIPS GreenPower LED toplighting tiene un flujo luminoso de 620 $\mu\text{mol} / \text{s}$, usando el factor de conversión se tiene un flujo luminoso de **50,840 lux**.

- Número de luminarias:

$$N = \frac{\Phi_T}{n * \Phi_L}$$

$$N = \frac{1,666,666.66}{1 * 50,840} = 32.78 \approx \underline{\underline{32}}$$

N = número de luminarias

Φ = Flujo luminoso total (1,666,666.66)

$\Phi_{Lampara}$ = Flujo luminoso de lámpara propuesta (50,840 lux)

n = número de lámparas por luminaria (1)

Para tener una óptima iluminación en los cultivos, requerimos de 32 luminarias por nivel de la torre de cultivos.

Con el resultado del número de luminarias requeridas, se hizo la siguiente propuesta de instalación:

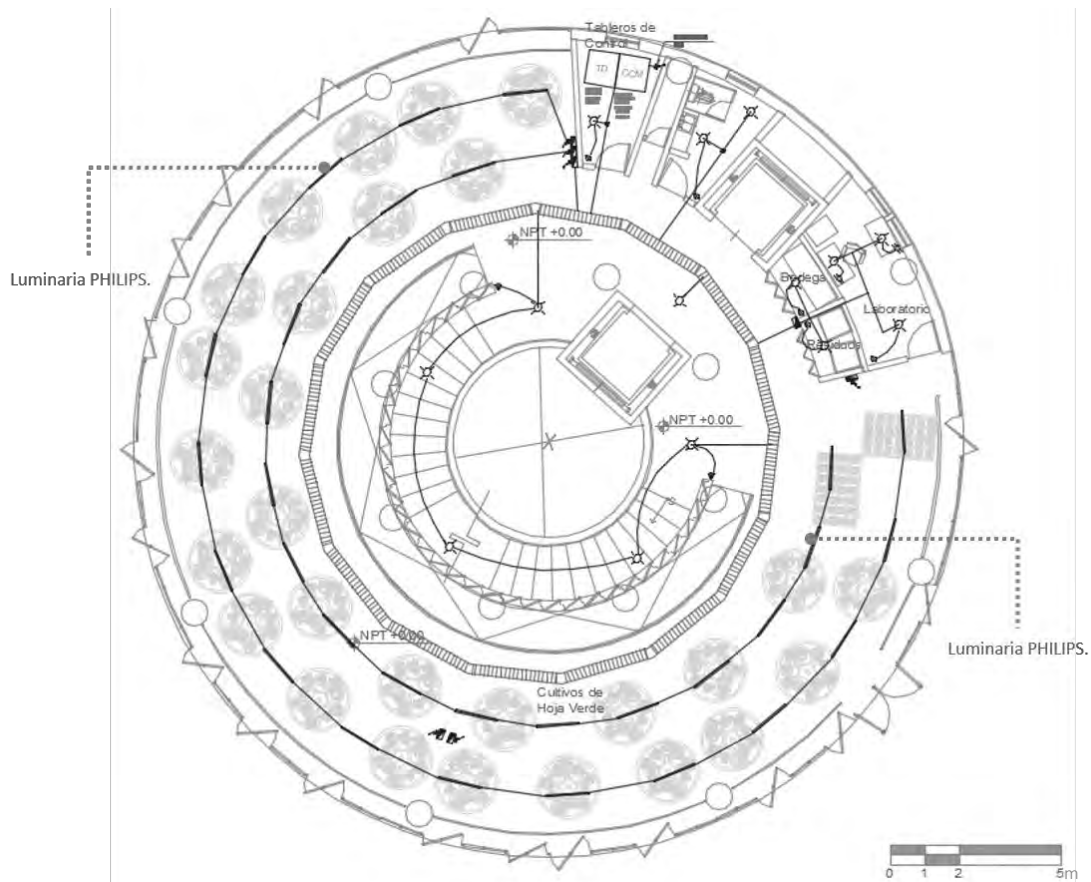


Figura 69. Instalación eléctrica de luminarias / Planta Baja y Tipo.

Un componente importante de la propuesta de instalación eléctrica es minimizar el consumo energético que generan los equipos especiales para la producción.

NOTA: Es importante recordar que este sistema de iluminación complementa el principio de iluminación natural que se propone en las torres de cultivo. Por lo mismo estará sujeto a un sistema automatizado de sensores que miden la cantidad de luminosidad en el espacio, y dependiendo de eso, se activará o desactivará el sistema de iluminación.

INSTALACIÓN HIDRÁULICA

La línea principal de alimentación de agua potable viene del cuarto de cisternas dentro del conjunto, dicho cuarto, tiene las cisternas necesarias para el abastecimiento de agua potable en todas las zonas del proyecto, incluyendo las torres de cultivo. La tubería principal viene por charola sobre losa y llega a la charola general de cada torre de cultivos, donde se divide en dos ramales. El primero se dirige al estanque donde se almacena el agua para riego de los cultivos y el segundo se dirige a los muebles sanitarios de la zona de servicio (lavamanos, trajas y wc).

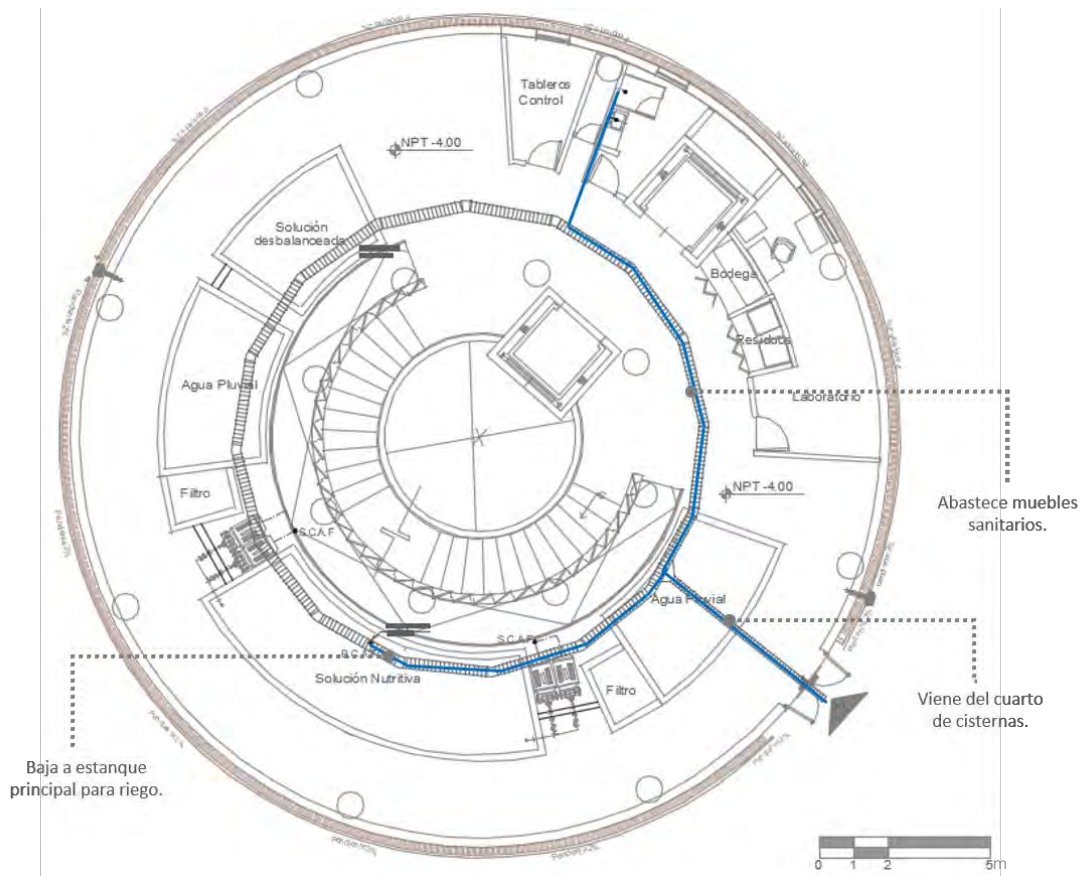


Figura 70. Instalación Hidráulica / Planta Sótano.

Para el riego de los niveles de producción, el agua almacenada en el estanque de riego es bombeada por dos motobombas EVANS 3IAME0500 (véase especificación en ANEXO tabla 1).

La distancia óptima que tiene este modelo es de 40 m, lo que la hace adecuada para abastecer el sistema de riego por goteo al último nivel de la torre de cultivos que es de 26.5m + la trayectoria horizontal (medida referenciada de bomba a tubería colganteada).

La trayectoria de la tubería del agua para riego y para los muebles sanitarios, sube por el ducto de instalaciones del núcleo de circulaciones verticales para conectarse a los niveles correspondientes de la torre de cultivos.

Una vez que el agua llega a los niveles de cultivo, se conecta a cada mueble que funciona de la siguiente manera: El agua bombeada del estanque principal se almacena en el tanque de la base del mueble, posteriormente se bombea el agua por determinados intervalos de tiempo al tubo principal que esparce el agua a las plantas en forma de rociador, manteniendo así, las raíces húmedas en cada momento (véase figura 71).

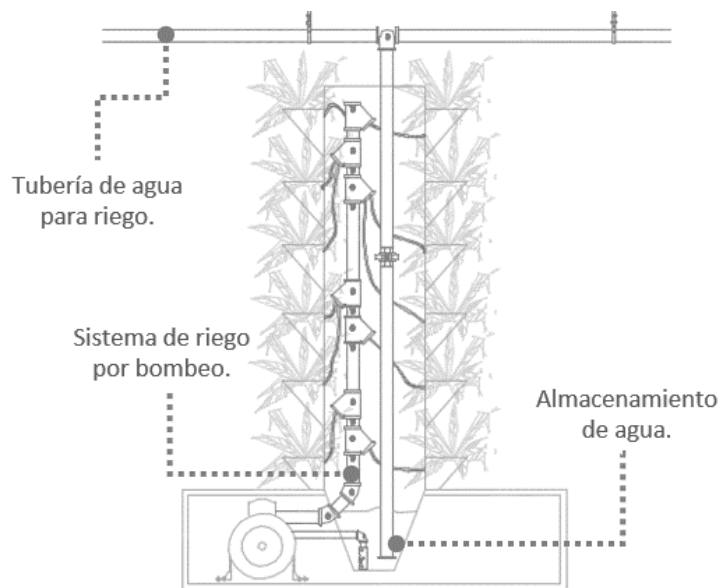


Figura 71. Esquema del mueble para cultivos. Autoría propia.

Se propone la trayectoria de tuberías de la siguiente manera en los niveles de producción.

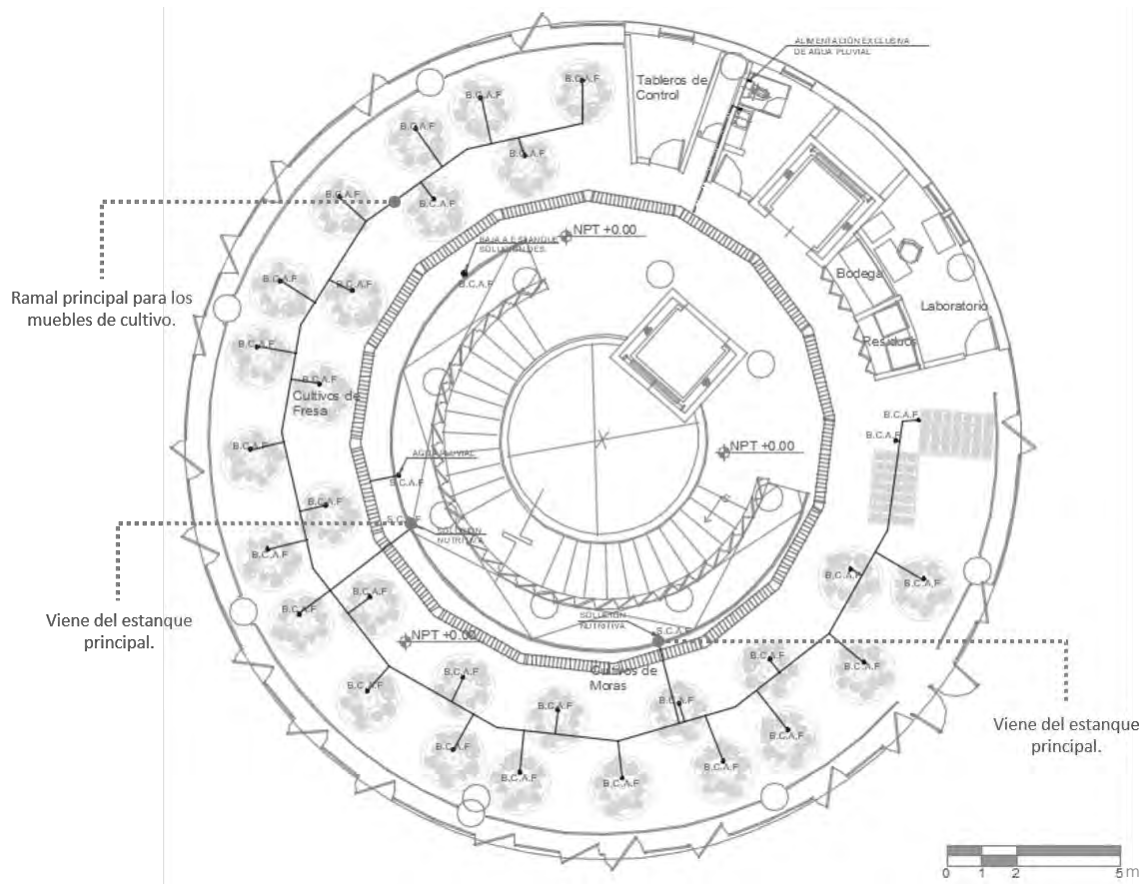


Figura 72. Instalación Hidráulica para muebles de cultivo / Planta baja y Tipo.

Propuesta en isométrico de la tubería de agua que llega a cada mueble de cultivo.

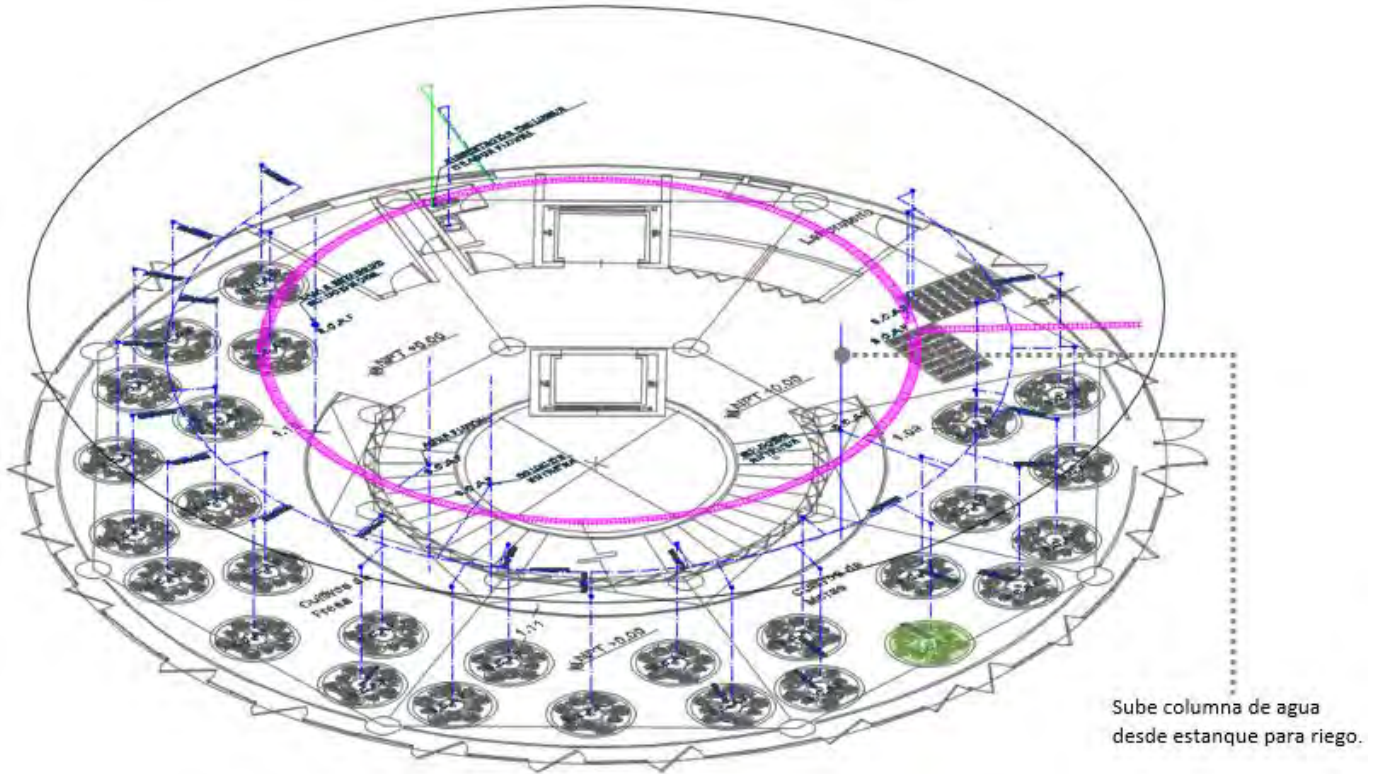


Figura 73. Isométrico de Instalación hidráulica / Planta baja y Tipo.

A diferencia de otros géneros de edificio, la torre de cultivos tiene requisitos específicos para el cumplimiento de su principal actividad, que es la agricultura, en este caso el riego es un elemento determinante para la producción, independientemente del sistema de cultivo que se proponga. Por ello la instalación hidráulica busca ante todo proveer los elementos necesarios para lograr una producción de cultivos óptima.

INSTALACIÓN PLUVIAL

Como se plantea en los objetivos y el planteamiento del trabajo, se buscó que la propuesta tuviese un manejo, captación y conservación óptimo de agua, por lo que la base de la instalación pluvial consiste en captar el agua de lluvia y reutilizarla para el riego de los cultivos.

El sistema de captación consiste en la colocación de coladeras en la superficie de la planta de azotea, el agua baja por el ducto de instalaciones de las circulaciones verticales en columnas de tubería que llegan a los estanques secundarios en el nivel sótano, estos estanques cuentan con un sistema de tratamiento de agua para posteriormente conducir el agua tratada al estanque principal para riego.

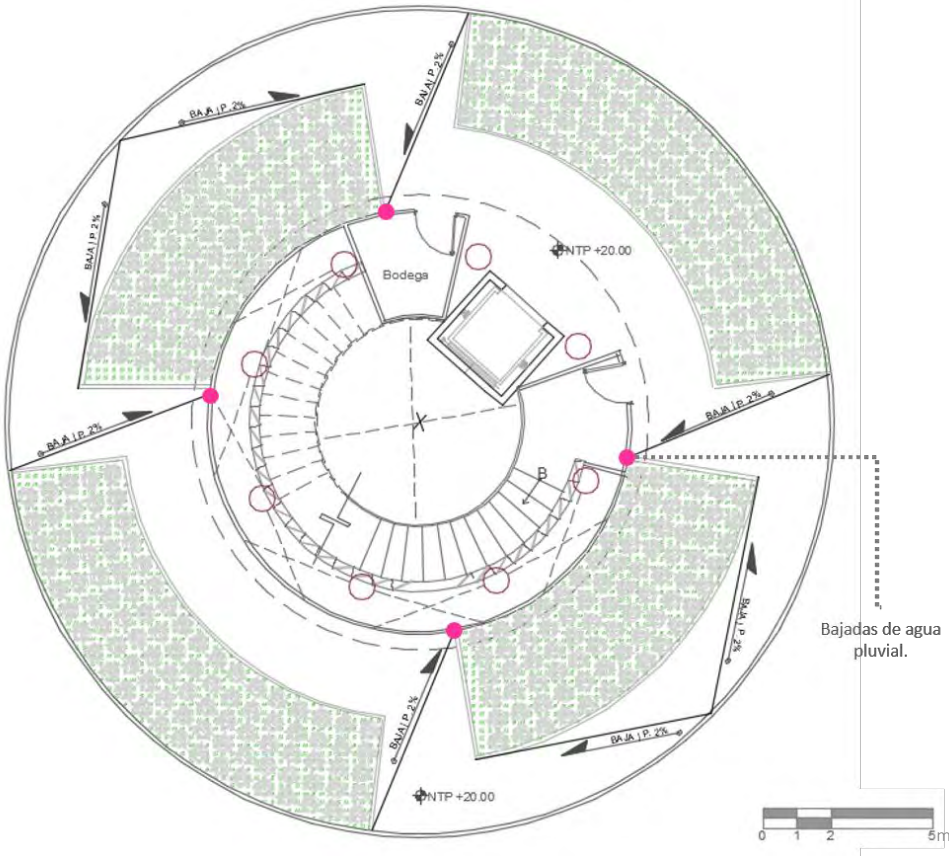


Figura 74. Instalación Pluvial / Planta de Azotea.

Para obtener el dimensionamiento requerido de los estanques de captación pluvial, se hizo el siguiente cálculo.

El dimensionamiento del estanque estará en función de dos parámetros, por un lado, la demanda de agua de la edificación y por otro el volumen de agua que genera la pluviometría de la zona en relación con la superficie de captación de la torre de cultivos. Para aplicar la fórmula se obtiene el factor de aprovechamiento.

Dado que la superficie donde el agua pluvial fluye por pendientes es de concreto, el factor de aprovechamiento será de: 0.8⁹⁰.

Fórmula para el cálculo de capacidad de captación de agua pluvial⁹¹.

Volumen de agua a captar (litros/año) = Pluviometría anual (litros m²/ año) X Superficie de captación X Factor de Aprovechamiento

- Pluviometría anual 808.8 mm/año⁹²
- Superficie de Captación= 254 m² (Azotea de Torre de cultivos 3)
- Factor de aprovechamiento = 0.8 (Azotea de concreto)

Tenemos que:

Volumen de agua a captar en una año = 808.8 l/ m² x 254 m² x 0.8 ≈ 164,349 L

Para saber si es agua pluvial captada es suficiente para abastecer las necesidades de la torre de cultivos, se obtiene la demanda de agua de la torre de cultivos.

^{90,91} Depósitos y cisternas.com. (2015). Dimensionamiento para un depósito de aguas pluviales. agosto 2019, de Depósitos y cisternas.com Sitio web: <https://www.depositosycisternas.com/Tutoriales/Tutorial-Recuperacion-Pluviales/DimensionamientoCisternaPluviales>.

⁹² Gobierno Delegación Coyoacán. (2018). Geomorfología de la delegación. agosto 2019, de Gobierno Delegación Coyoacán Sitio web: <tps://coyoacan.df.gob.mx/gobierno-delegacional/coyoacan/geomorfologia/>.

Fórmula para el cálculo de la demanda de agua.

$$\begin{array}{l} \text{Demanda de agua} \\ \text{(litros/año)} \end{array} = \begin{array}{l} \text{Demanda de cultivos} \\ \text{(litros/producción)} \end{array} + \text{Cargas WC}$$

- Demanda de agua por torre: Se producen 32, 400 vegetales de hoja verde al año aproximadamente, mientras que de jitomate tenemos 10, 800 kg al año aproximadamente. Por lo tanto, la demanda de agua para los cultivos será de: 43, 200 l/año, considerando un 10% de volumen de agua como perdida se requiere de: 47, 520 l/año.
- Demanda de agua WC. El gasto de agua por WC es de 8, 800 litros por persona al año, para el caso de la torre se considerarán 10 personas que laboran en la torre de cultivos: 88, 000 l/año (10 personas).

Con esto tenemos que la demanda de agua total de la torre de cultivos es de 135,520 l/año.

135,520 l/año (demanda de agua) vs 164, 349 l/año (agua pluvial que se puede captar)

Con lo anterior se puede concluir que, sin variaciones en la precipitación anual, el agua pluvial captada puede abastecer los requerimientos de la granja vertical por un año, sin embargo, los requerimientos de consumo de agua dentro de la granja son menores; por lo que se propone un estanque con capacidad de 23.4 m³, equivalente a 23, 400 litros. Esto equivale a que el estanque de la torre de cultivos captaría el 20% anual de agua pluvial; el agua restante se propone distribuir de la siguiente manera:

- Cisterna general de agua pluvial, ubicada en el cuarto de cisternas, dicha cisterna podrá contener mayor volumen de agua, lo que hace que se pueda abastecer el estanque de la torre de cultivos en cualquier momento, según se requiera.
- Inyección al subsuelo, siguiendo lineamientos del programa delegacional de Coyoacán.

Sistema de filtración a base de arena de acuerdo con Guía de purificadores de agua (2015)⁹³.

El sistema de tratamiento de agua consta de cuatro estanques, cada uno con un tipo de filtro distinto, que conforme el agua pasa por cada uno de ellos, eleva su nivel de potabilidad.



Figura 75. Sistema de tratamiento de agua / Planta Sótano

- Estanque de decantación.

El primer estanque almacena el agua captada de las bajadas de agua pluvial que conectan con el nivel azotea, la función de este estanque es separar los líquidos que no se disuelven entre sí, o un sólido insoluble en el líquido, como pueden ser restos los orgánicos.

- Estanque de filtro de arena.

Del estanque de decantación, el agua pasa al estanque de filtro de arena, esta es una técnica que consiste en la depuración de aguas superficiales que permiten remover organismos patógenos del agua cruda hasta un 99.9% a través de una capa de arena fina de un diámetro de 0.3 a 1.0 mm.

⁹³ Guía de purificadores de agua. (2015). Esquema de filtro de arena. 2018, de Guía de purificadores de agua Sitio web: <http://www.guiapurificadoresdeagua.com/filtracion-de-agua-con-arena/>.

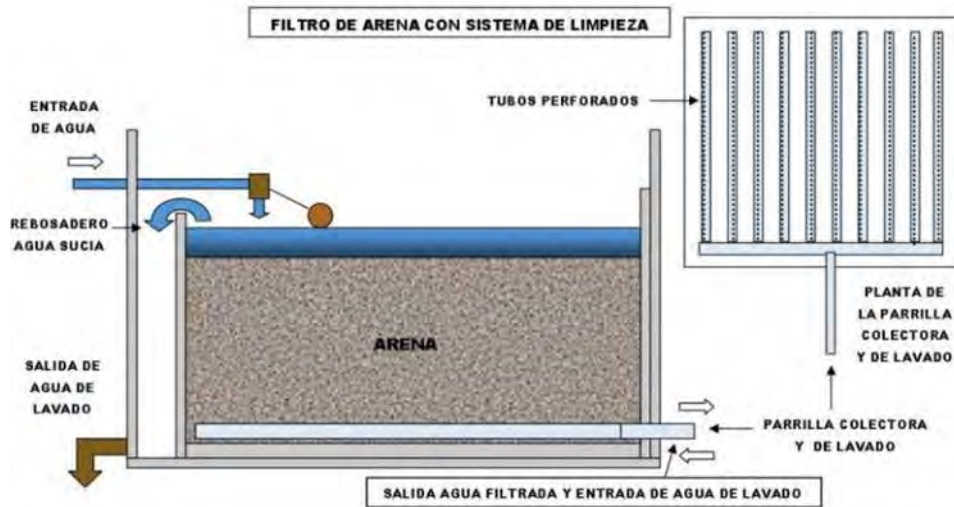


Figura 76. Guía de purificadores de agua. (2015). Esquema de filtro de arena. (Imagen). Recuperado de <http://www.guiapurificadoresdeagua.com/filtracion-de-agua-con-arena/>.

- Estanque depósito de agua tratada.

Este estanque almacena el agua previamente tratada en los estanques antes mencionados. Aunque en este punto, el agua tiene un alto nivel de purificación, se requerirá otro filtro para optimizar ese nivel.

- Sistema de desinfección de agua mediante luz ultra violeta.

Este purificador funciona mediante la radiación o iluminación del flujo del agua con una o más lámparas de silicio cuarzo, con unas longitudes de onda de 200 a 300 nanómetros. El agua fluye por el interior de los purificadores que contienen estas lámparas (véase especificación en ANEXO tabla 2).

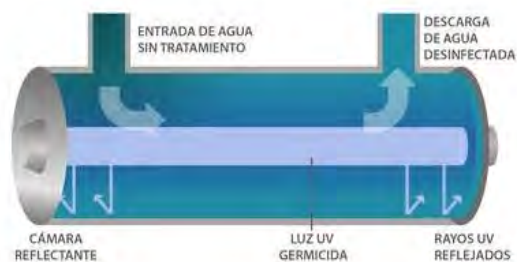


Figura 77. Guía de purificadores de agua. (2015). Esquema de filtro UV. (imagen). Recuperado de <http://www.guiapurificadoresdeagua.com/filtracion-de-agua-con-arena/>.

- Estanque de solución balanceada.

Por último, el agua tratada de los filtros UV, cae en el estanque de solución balanceada con su máximo nivel de purificación, en este estanque se tiene como fin hacer la solución nutritiva que será bombeada a las plantas en forma de riego.

Para que el sistema de tratamiento quede más claro, se muestra el siguiente esquema del funcionamiento del sistema completo del tratamiento de agua para los cultivos de las torres.

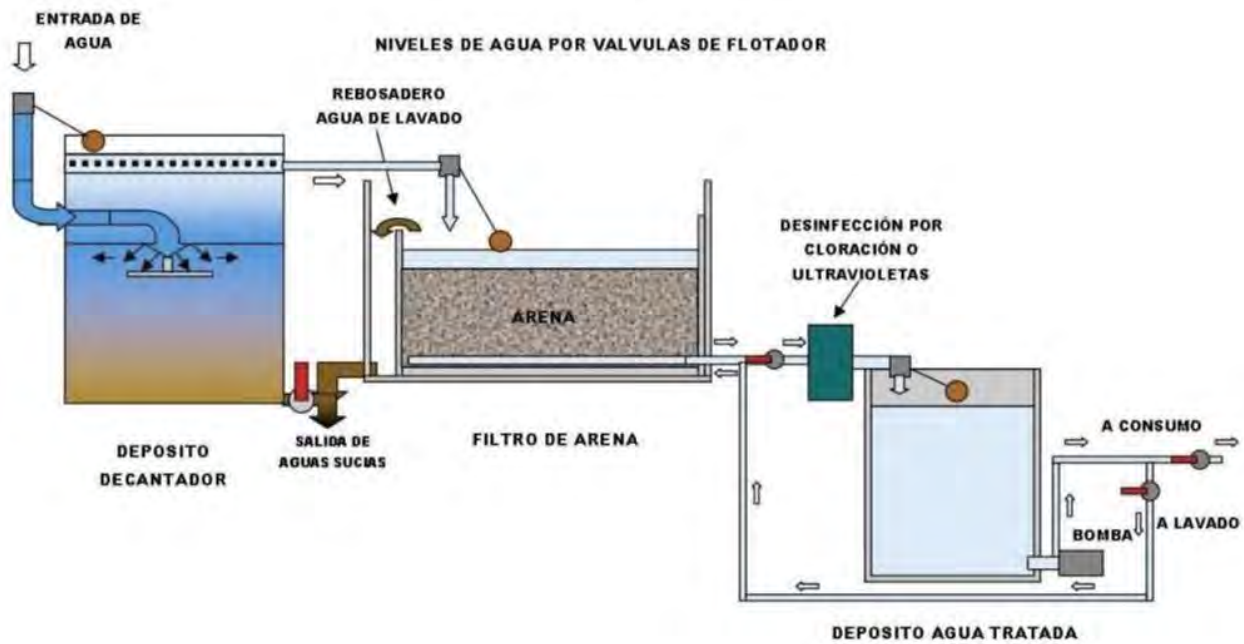


Figura 78. Guía de purificadores de agua. (2015). Sistema de tratamiento de agua. (Imagen). Recuperado de <http://www.guiapurificadoresdeagua.com/filtracion-de-agua-con-arena/>.

INSTALACIÓN SANITARIA

La instalación sanitaria no requiere de consideraciones adicionales, las aguas grises y negras que vienen de los muebles sanitarios (lavabos, tarjas y wc), se conectan con una sola bajada de aguas negras a lo largo de la torre de cultivos, de esta manera se realiza la evacuación de aguas negras de la torre a la red de drenaje del conjunto de manera directa.

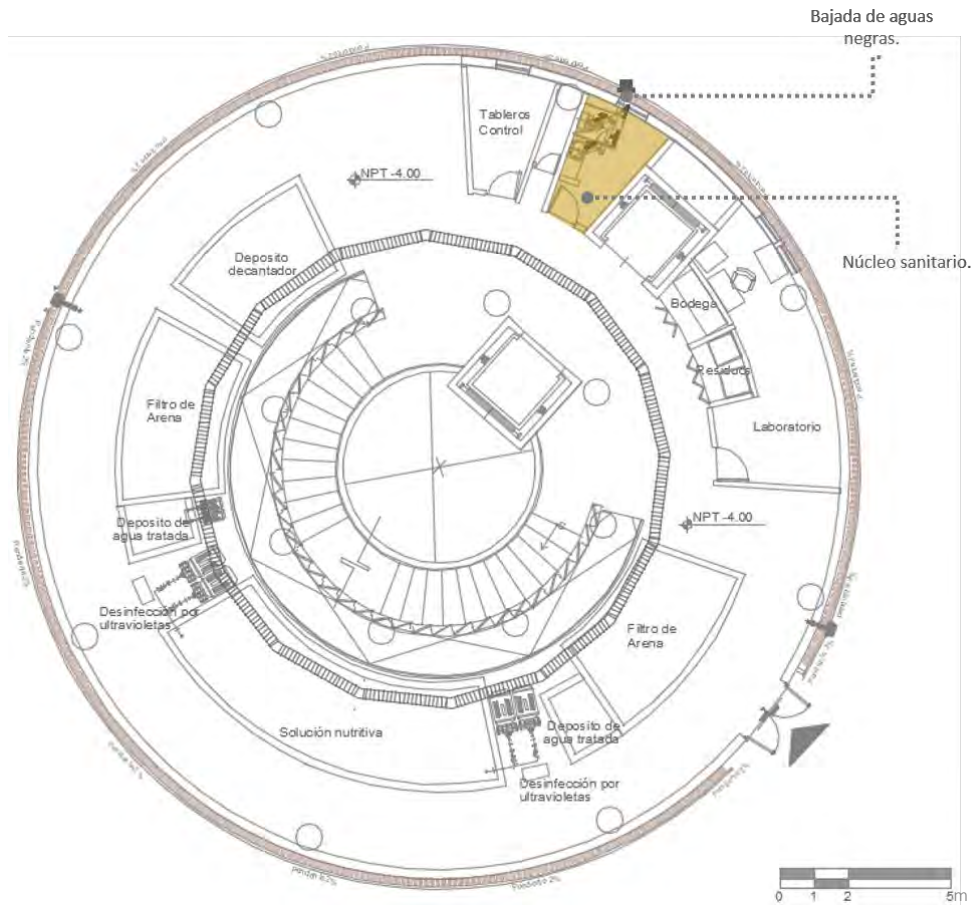


Figura 79. Instalación Sanitaria / Planta Sótano.

Para los muebles sanitarios, se propuso la instalación de la siguiente manera:

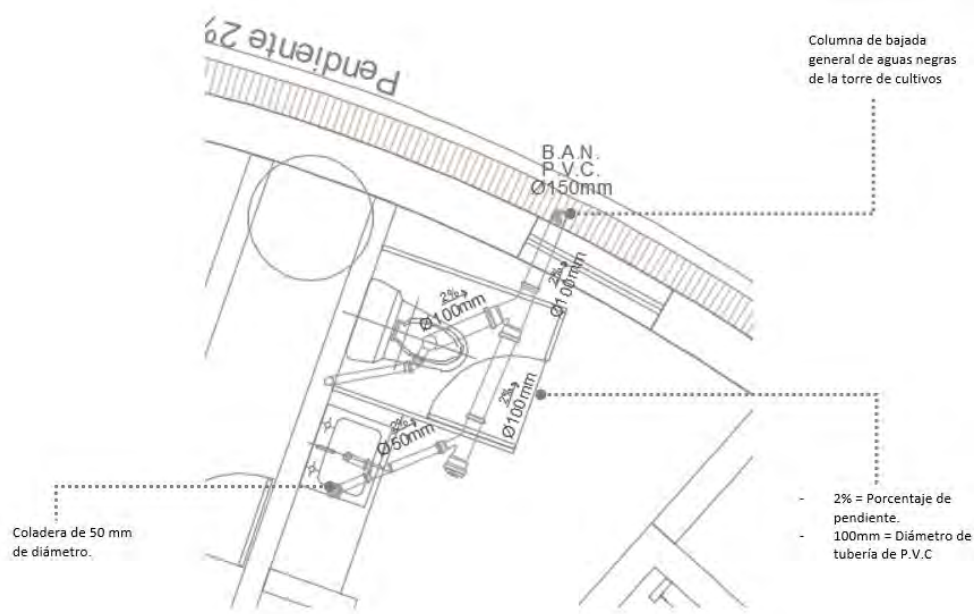


Figura 80. Diseño de tubería de instalación Sanitaria.

La sujeción de la tubería sanitaria será por medio de soportes tipo pera, como el que se muestra a continuación.

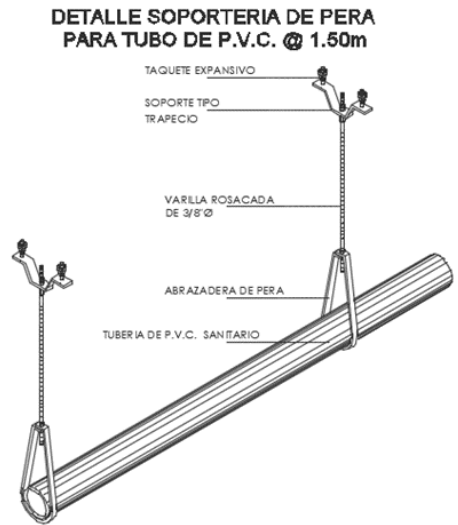


Figura 81. Detalle de soporteria para tubería de PVC. Autoría propia.

La conexión de las aguas negras de la torre se proponen a través de un registro ubicado alrededor de la torre; este registro forma parte de una red de registros a los largo del conjunto que conducen a las aguas negras de cada zona del proyecto hacia la red principal de drenaje sobre la avenida de Eje 10.

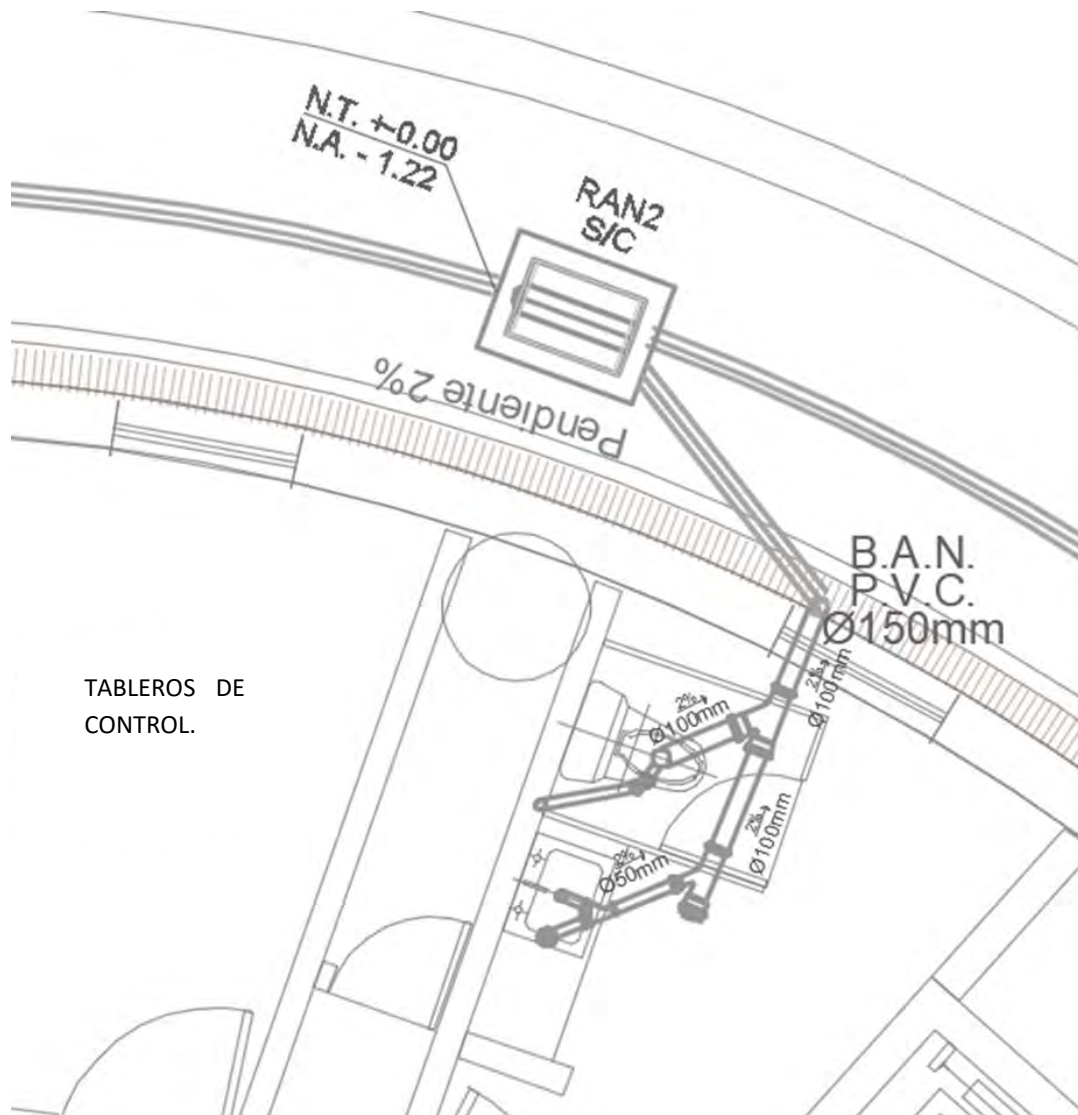


Figura 82. Esquema de conexión a red de registros en el conjunto.

INSTALACIÓN DE VOZ Y DATOS

La instalación de voz y datos está destinada a los equipos de datos, telefonía, e internet dentro de la torre de cultivo; la alimentación principal viene del SITE principal dentro del conjunto, de ahí llega al cuarto de control de la torre de cultivos ubicado en el nivel sótano, este espacio funcionaría como un SITE secundario donde se montará un rack con sus respectivos paneles de parcheo que dará servicio a los equipos de telecomunicaciones de este nivel.

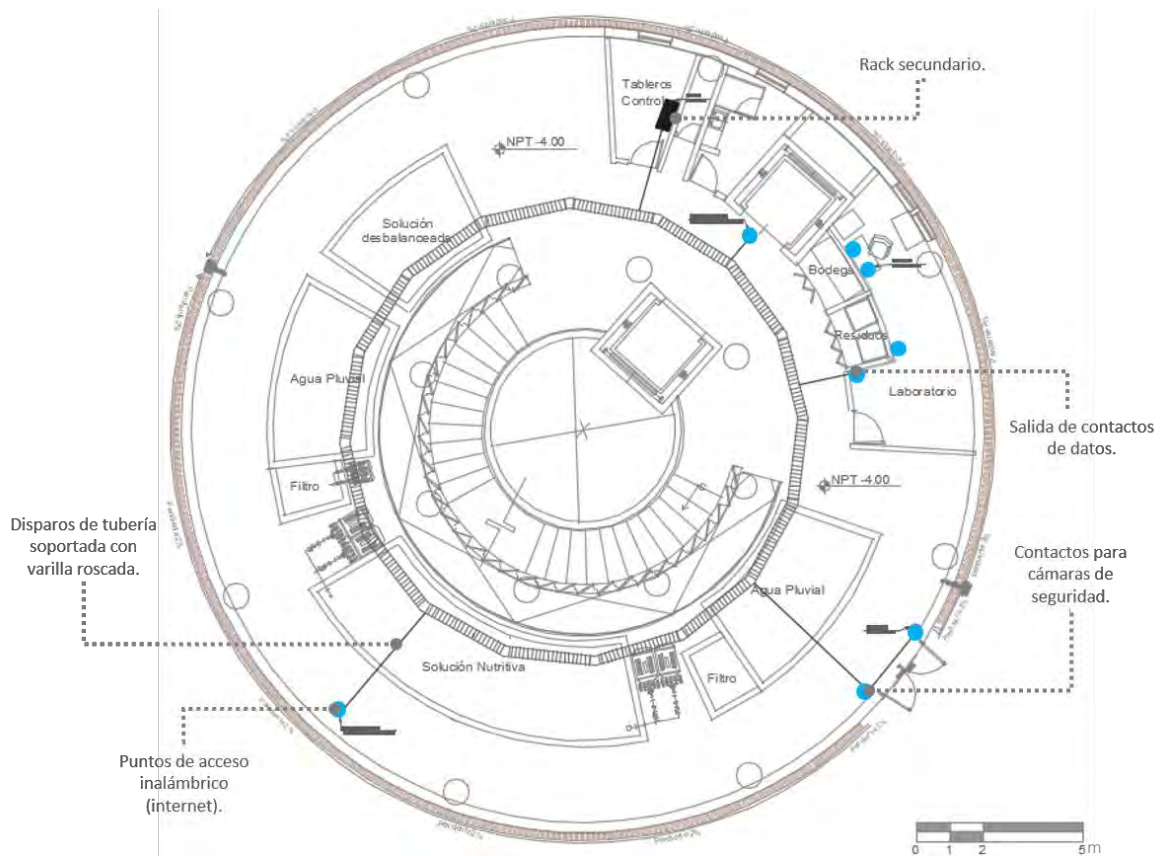


Figura 83. Instalación de Voz y Datos / Planta Sótano.

Para conectar con los siguientes niveles, la línea principal se integra a la charola general de instalaciones y sube por el ducto que se encuentra en las circulaciones verticales, se integra

a la charola de instalaciones del nivel al que subió y se conduce al cuarto de control de dicho nivel, se repite el mismo proceso de montar un rack secundario para dar servicio a los equipos del nivel. Esto se repite en los demás niveles con excepción del nivel azotea.

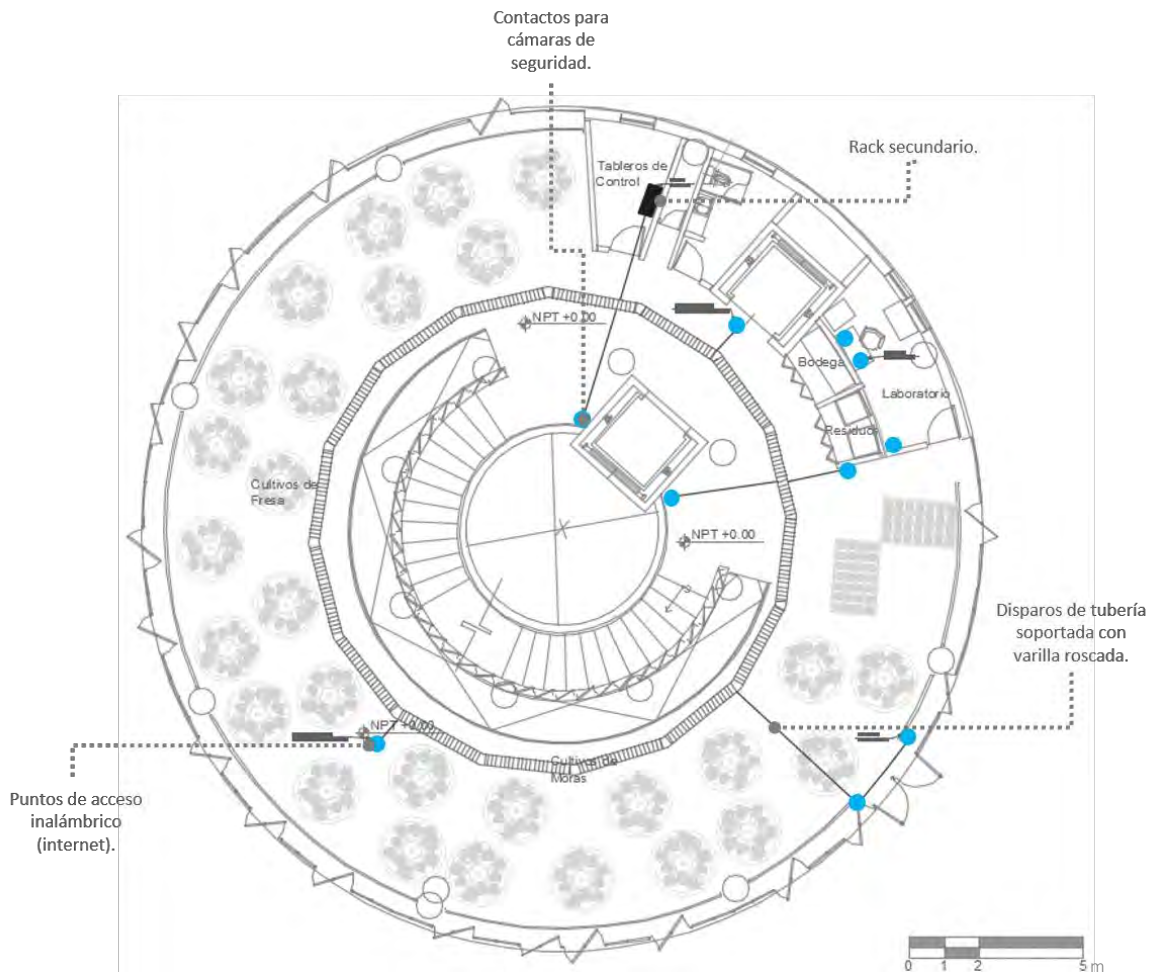


Figura 84. Instalación de Voz y Datos / Planta Baja y Tipo.

La instalación de voz y datos permite que la granja vertical tenga mayor control sobre cada espacio dentro de ella, principalmente en el sector de seguridad, investigación, control y monitoreo de las áreas de producción.

CRITERIO DE CLIMATIZACIÓN

La climatización es un elemento importante dentro del edificio, ya que de ello depende el desarrollo eficiente de los cultivos de la torre, al crear las condiciones ambientales adecuadas cuando las condiciones exteriores no cumplan los requerimientos de los cultivos.

La fachada automatizada es un recurso importante en la climatización de los cultivos, impacta directamente en su proceso de producción. Para mayor control sobre las condiciones de desarrollo de los cultivos, se implementan elementos complementarios que apoyen la función de la fachada automatizada ante los cambios variables de la temperatura, viento, humedad y precipitación del exterior.

Se propuso en la instalación, integrar equipos Minisplit tipo cassette para asegurar un ambiente óptimo en los cultivos, estos equipos son unidades generadoras de aire que lo distribuyen de manera uniforme y su instalación permite el ahorro de espacio para la misma (véase especificación en ANEXO tabla 3).

Para este caso, el modelo empleado será alimentado únicamente por la red eléctrica y necesita estar conectado al condensador en todo momento para su correcto funcionamiento. Cada condensador tiene la capacidad de alimentar a 5 unidades de minisplit.

Se propuso que en cada nivel de cultivos de la torre haya tres equipos de minisplit tipo cassette, dicho criterio está basado en la especificación técnica de los mismos. Por las condiciones del proyecto y tomando en cuenta la estructura, se decidió instalar los equipos a una altura de 3.00 m sobre el nivel de piso terminado.

Cada equipo del modelo seleccionado tiene una cobertura de entre 55-95m², el área de cultivo que tiene cada nivel de la torre es de 233m², por lo tanto, si se programan los equipos para que cada uno tenga una cobertura de 80m², tenemos una cobertura total de aire de 240m², suficiente para cubrir el área de los cultivos y los requerimientos que estos necesiten.

En el siguiente esquema se muestra la ubicación de los equipos dentro de la zona de cultivos, así como su área de cobertura.

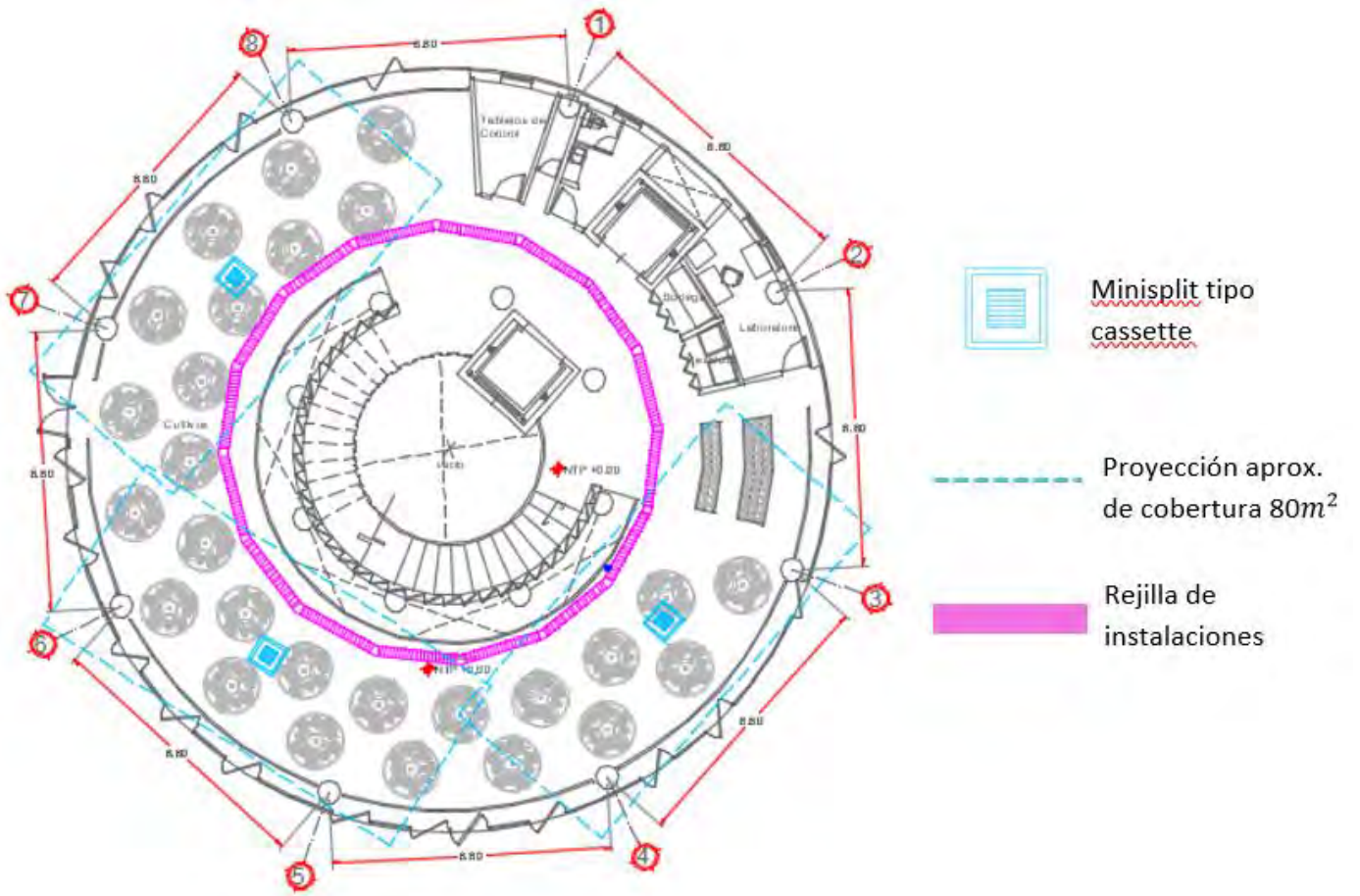


Figura 85. Ubicación mini Split / Planta Baja y Tipo.

Adaptaciones arquitectónicas:

El minisplit cassette debe estar conectado a la condensadora, por lo cual se propone adaptar la propuesta arquitectónica de la torre, la propuesta consta de ubicar la condensadora en el ducto de instalación detrás del montacargas en la zona de servicio, en un principio el ducto se proyectó como un ducto cerrado, sin embargo, con la implementación de los equipos minisplit, se requiere abrir el ducto para facilitar la instalación, monitoreo y el mantenimiento de los equipos de climatización por cada nivel de cultivos (véase especificación en ANEXO tabla 4)



Figura 86. Esquema de propuesta actual.



Figura 87. Esquema de propuesta con modificación de ducto.

Otra adaptación arquitectónica consiste en cerrar el espacio destinado a cultivos, con el fin de evitar pérdidas de temperatura y flujo de aire, ya que, en la propuesta actual, la zona de servicios y la zona de cultivos se encuentran abiertas a las circulaciones verticales y vestíbulo, provocando dichas pérdidas. Con ello, la zona de cultivos tendrá más control en su producción y ambientación.

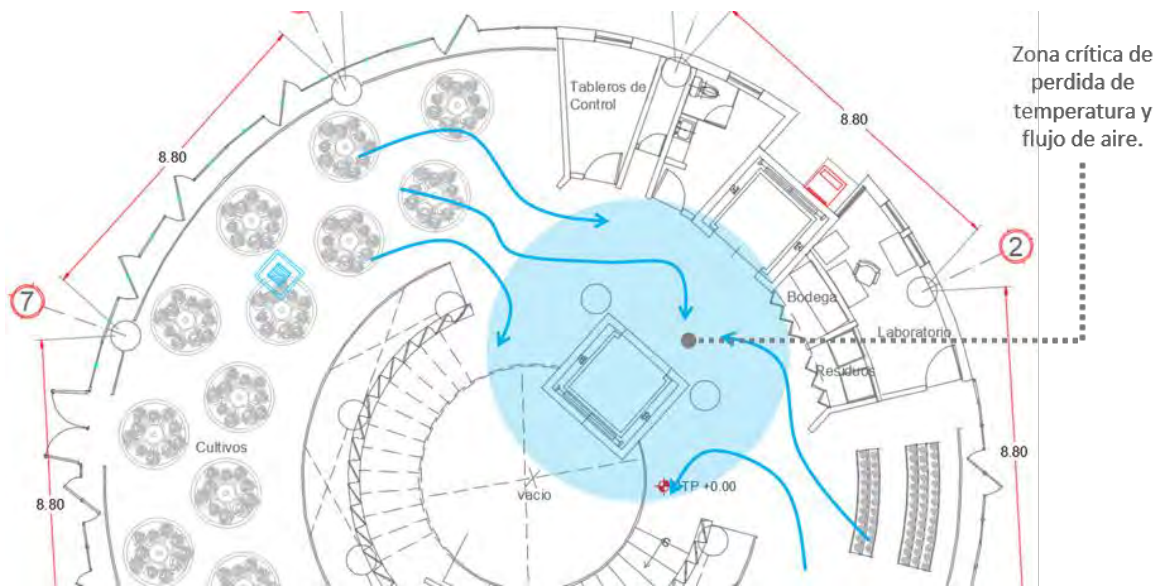


Figura 88. Esquema de propuesta actual / Planta Baja.



Figura 89. Esquema de modificación zona cultivos / Planta Baja.

En el siguiente plano se muestra la propuesta de la instalación de los equipos de climatización completa por nivel de cultivos.

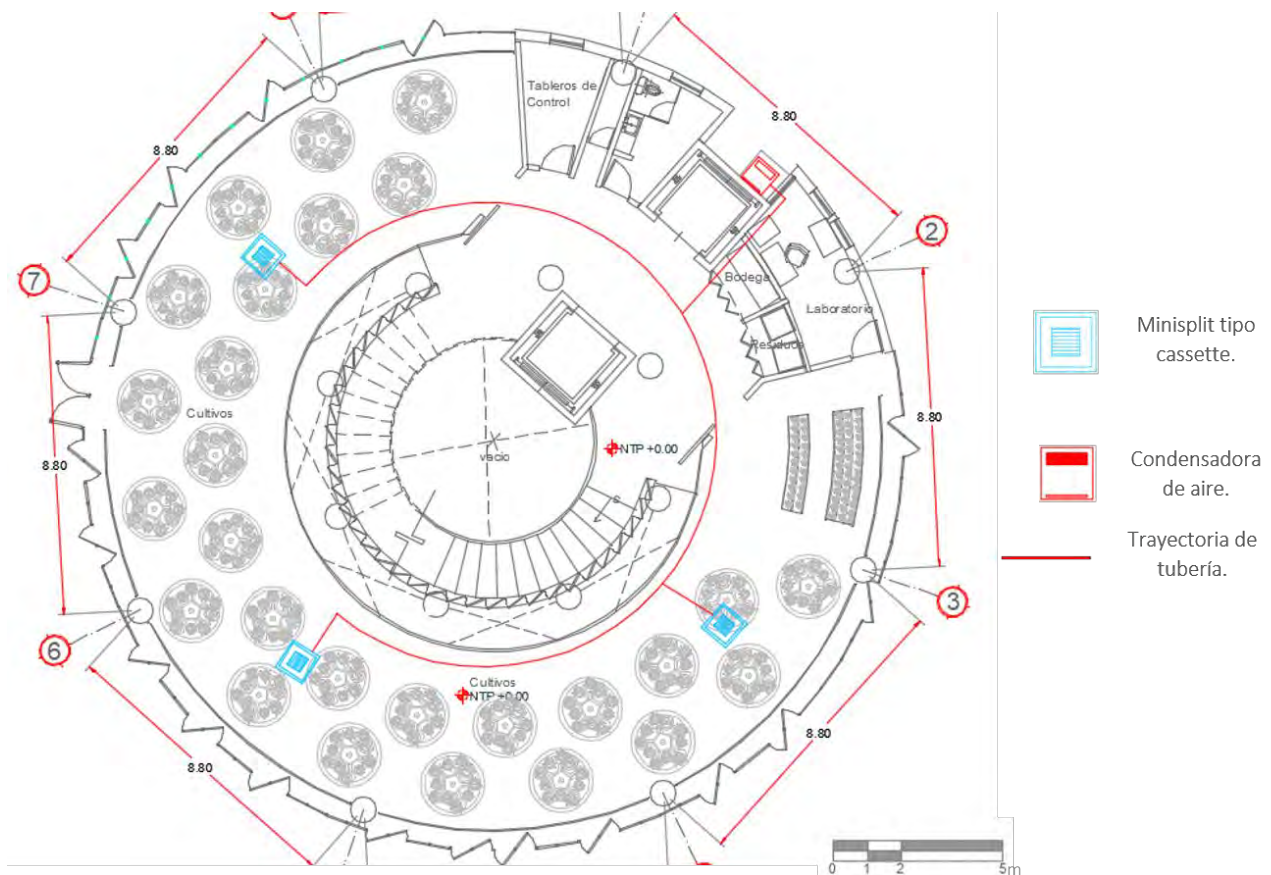


Figura 90. Propuesta de climatización / Planta Baja y Tipo.

Para la propuesta de la integración de equipos de climatización, se consideró que las líneas de alimentación cumplan con el voltaje adecuado para los minisplit cassette y los otros equipos que conforma la granja, además de utilizar la infraestructura que se propuso en un principio.

De igual manera se considerará adicionalmente en la instalación sanitaria, tuberías que drenen el agua estancada por evaporación de los equipos minisplit, donde se conectará el desagüe de cada minisplit con tubería de PVC de 50 mm de diámetro a la bajada principal de agua pluvial que da a los estanques de tratamiento de agua en sótano, donde pasara por el proceso de filtros que se mencionó anteriormente.

MATERIALES Y ACABADOS

Al ser la torre de cultivo un elemento arquitectónico modular, se propone que los materiales y acabados que la conforman, se integren a esta característica, de manera que sus cualidades radiquen en un proceso constructivo rápido y eficiente, en mantenimiento y resistencia a las condiciones ambientales generadas al interior de la torre.

MATERIALES

Se proponen cuatro materiales principales para la construcción de la torre de cultivos, cada material tiene un propósito en el ámbito constructivo y funcional de la edificación. Los materiales son:

1. ACERO – Estructura

Se propone el acero como material principal para la estructura de la granja vertical por sus características de resistencia y flexibilidad, además se implementa el diseño de un sistema modular conformado por el despiece de distintos perfiles, que en su conjunto permiten optimizar el ensamblaje y montaje de la estructura. Esto forma parte importante del modelo replicable (modular) que se busca en la granja vertical.

2. CONCRETO ARMADO – Losas

Se propone este material en el sistema de losa tipo spancrete (alveolar) de cada entrepiso de la torre de cultivos, el sistema está formado por piezas prefabricadas de concreto armado cuyo despiece puede ser diseñado de acuerdo a la forma del edificio, esto permite que el montaje de cada nivel se realice en menor tiempo y ahorre recursos en el proceso. Forma parte del modelo arquitectónico de la granja vertical como módulo replicable.

3. CRISTAL – Fachada

Se propone este material en el sistema de fachada automatizado; el cual consta de ventanas de doble acristalamiento con aislamiento térmico, este material permite la entrada de iluminación solar para el desarrollo de los cultivos, y permite mantener condiciones de temperatura más estables al interior, manteniendo un ambiente óptimo para los cultivos. Las ventanas están moduladas de acuerdo a las dimensiones de la fachada.

4. BLOCK DE CEMENTO – Fachada

Se propone este material en la fachada norte de la granja vertical y en el nivel sótano, como elemento complementario a la rigidez de la estructura.

TORRE DE CULTIVO



Figura 91. Esquema de disposición de acabados y materiales en la torre de cultivos.

1. Estructura de Acero
2. Losas de Concreto Armado
3. Fachada de Cristal
4. Fachada de Block de Cemento

ACABADOS

Por la naturaleza de la torre de cultivo, la humedad es un elemento presente en la mayoría de su superficie, para controlar este aspecto, se proponen acabados que puedan proteger a la estructura de las acciones de la humedad sobre esta.

Acabados de protección.

Panel de cemento PERMA BASE

El panel PERMA BASE marca Panel Rey, se utilizará en los muros interiores de la zona de servicio de la granja vertical por su resistencia a la humedad. (véase en ANEXO / Propuesta de materiales)

Mortero impermeable TOP CEMENTO FLEXIBLE

El mortero impermeable marca COMEX se utilizará en muros y plafones, según lo indiquen los planos de acabados. (véase en ANEXO / Propuesta de materiales)

Impermeabilizante CEMENTO UH

El impermeabilizante cementoso marca COMEX se utilizará en los muros que forman los estanques del sistema de tratamiento de agua y de riego. (véase en ANEXO / Propuesta de materiales)

Pintura TOP WALL AISLANTE TÉRMICO.

La pintura TOP WALL marca COMEX, se aplicará principalmente en los muros de la fachada (paño exterior) de la granja vertical y donde indiquen los planos de acabados. (véase en ANEXO / Propuesta de materiales)

Acabado cemento pulido.

Este acabado se aplicará en los pisos de la torre de cultivo, el acabado es altamente resistente a la humedad, permitiendo mayor resistencia y durabilidad con el paso del tiempo, refleja la luz de manera que los cultivos puedan tener mayor iluminación, además de que su mantenimiento y limpieza son adecuados para una zona de producción.

Los materiales y acabados que se proponen se asemejan a los que tendría una edificación de tipo industrial, ya que se requiere alta resistencia y durabilidad ante los efectos que generan las actividades y procesos de la torre de cultivos.

Ubicación de materiales y acabados en el proyecto arquitectónico de la torre de cultivos según la siguiente simbología:

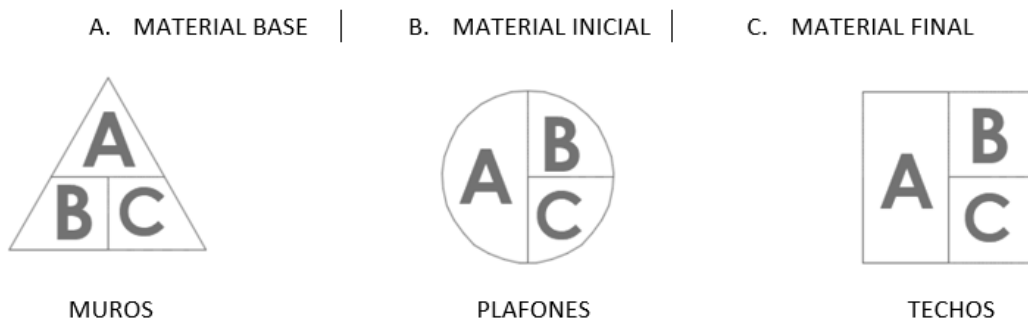


Figura 92. Simbología de acabados en planos.

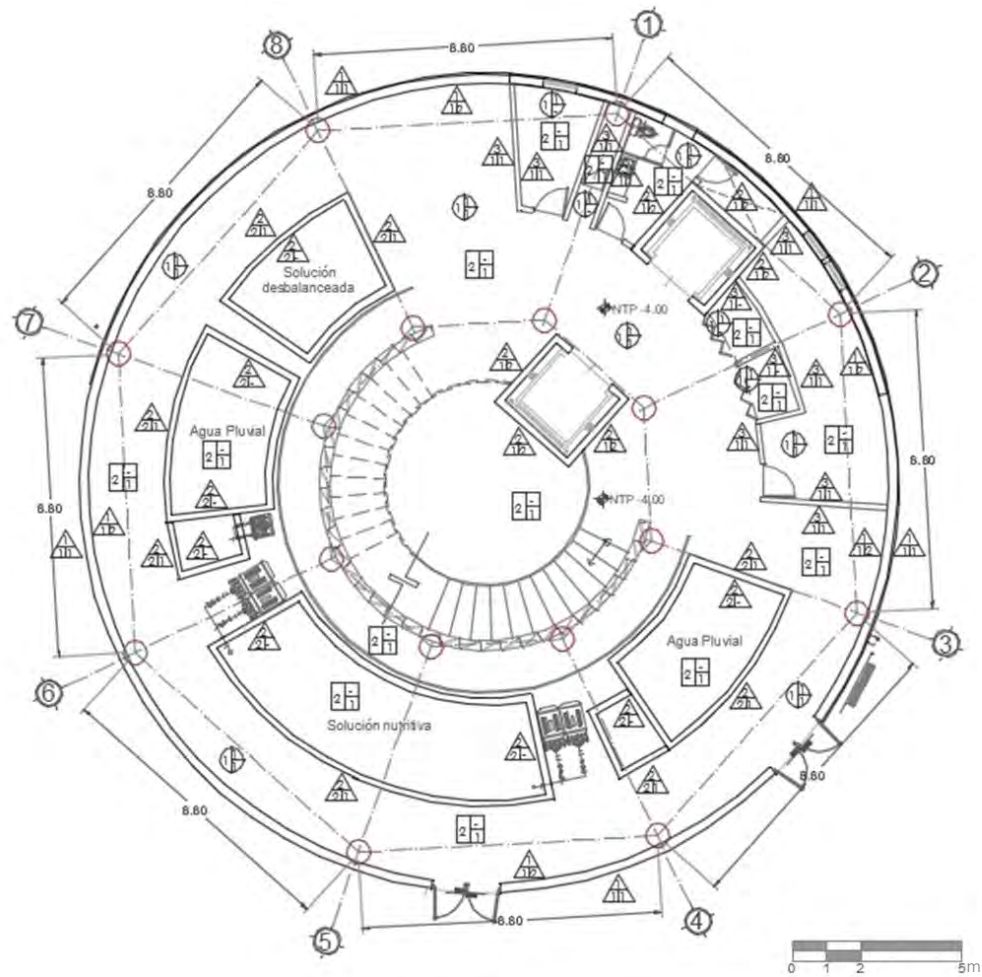


Figura 93. Acabados / Planta Sótano (ver planos de acabados).

SIMBOLOGÍA ACABADOS				PISOS (BASE)	
	MUROS BASE		PLAFÓN (BASE)		PISOS (BASE)
1.	Muro de bloco hueco de cemento de 20x20x40 cm de espesor.	1.	Losa tipo Spancrete de 1.2x6 m y 8" de espesor, incluye firme estructural de 5 cm de espesor en lecho bajo de losa.	1.	Losa tipo Spancrete de 1.2x6 m y 8" de espesor. Capa de compresión con malla electrosoldada 6 x 6 - 10/10 de 6 cm, de espesor de concreto f'c = 250 kg / cm ² terminado con autonivelante para recibir piso.
2.	Muro de fábrique roja recocida de 6 x 12 x 26 cm en 12 cm de espesor lustrada con mortero-arena 1:5 con espesor promedio de 1.5 cm.	2.	Losa de concreto armado f'c = 250 kg / cm ² de 10 cm de espesor.	2.	Firme de concreto armado f'c = 250 kg / cm ² con malla electrosoldada 6 x 6 - 10/10 de 30 cm de espesor.
3.	Muro de panel de cemento FERMA BASE sobre bastidor metálico, marca Panel Rey, 1/2" de espesor.			3.	Losa de concreto armado f'c = 250 kg / cm ² de 10 cm de espesor.
	MURO ACABADO INICIAL		PLAFÓN (ACABADO INICIAL)		PISOS (ACABADO INICIAL)
1.	Aplanado fino de mortero impermeable, cemento flexible marca Comex, 1.5 cm de espesor, nivelado a plomo y regla.	1.	Aplanado fino de mortero impermeable, cemento flexible marca Comex, 1.5 cm de espesor, nivelado a plomo y regla.	1.	Aplanado fino de impermeabilizante cementoso, Cemento UH, marca Comex, de 1.5 cm de espesor, nivelado a plomo y regla.
2.	Aplanado fino de impermeabilizante cementoso, Cemento UH, marca Comex, de 1.5 cm de espesor, nivelado a plomo y regla.				
	MURO ACABADO FINAL		PLAFÓN (ACABADO FINAL)		PISOS (ACABADO FINAL)
1.	Pintura impermeable y aislante térmico acrílico en color según muestra aprobada a dos manos, Comex tipo aislante térmico - previa aplicación de mortero impermeable, cemento flexible Comex.	1.	Pulido y nivelado.	1.	Cemento pulido y nivelado
2.	Pulido y nivelado.			2.	

Tabla 6. Lista de acabados en planos (ver planos de acabados).

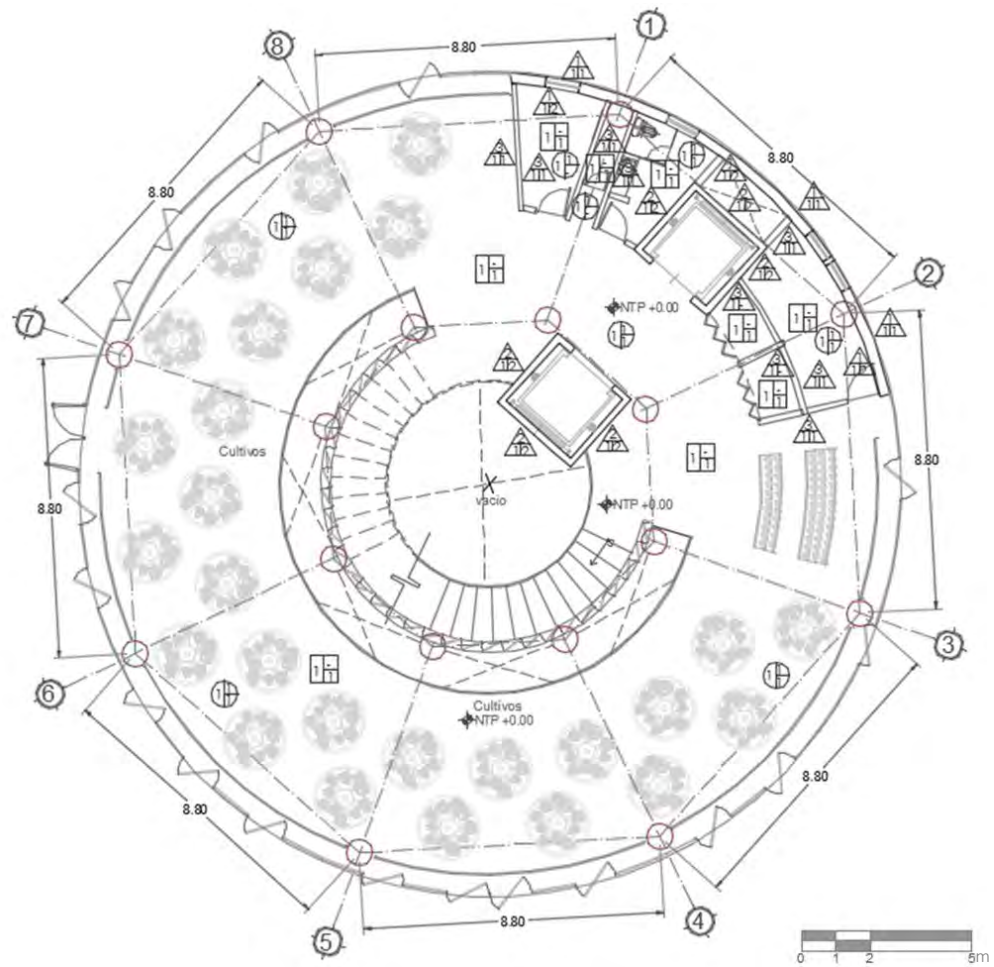


Figura 94. Acabados / Planta Baja (ver planos de acabados).

SIMBOLOGÍA ACABADOS					
	MUROS BASE		PLAFÓN (BASE)		PISOS (BASE)
1.	Muro de bloques huecos de cemento de 20x20x40 cm de espesor.	1.	Losa tipo Spancrete de 1.2x6 m y 8" de espesor. Incluye firme estructural de 5 cm de espesor en lecho bajo de losa.	1.	Losa tipo Spancrete de 1.2x6 m y 8" de espesor. Capa de compresión con malla electrosoldada 6 x 6 - 10/10 de 6 cm. de espesor de concreto f'c = 250 kg / cm² terminado con autonivelante para recibir piso.
2.	Muro de labique rojo recocida de 6 x 12 x 26 cm en 12 cm de espesor juntado con mortero-arena 1:5 con espesor promedio de 1.5 cm.	2.	Losa de concreto armado f'c = 250 kg / cm² de 10 cm de espesor.	2.	Firme de concreto armado f'c = 250 kg / cm² con malla electrosoldada 6 x 6 - 10/10 de 30 cm de espesor.
3.	Muro de panel de cemento PERMA BASE sobre bastidor metálico, marca Panel Rey, 1/2" de espesor.			3.	Losa de concreto armado f'c = 250 kg / cm² de 10 cm de espesor.
	MURO ACABADO INICIAL		PLAFÓN (ACABADO INICIAL)		PISOS (ACABADO INICIAL)
1.	Aplanado fino de mortero impermeable, cemento flexible marca Comex, 1.5 cm de espesor, nivelado a plomo y regla.	1.	Aplanado fino de mortero impermeable, cemento flexible marca Comex, 1.5 cm de espesor, nivelado a plomo y regla.	1.	Aplanado fino de impermeabilizante cementoso, Cemento UH, marca Comex, de 1.5 cm de espesor, nivelado a plomo y regla.
2.	Aplanado fino de impermeabilizante cementoso, Cemento UH, marca Comex, de 1.5 cm de espesor, nivelado a plomo y regla.				
	MURO ACABADO FINAL		PLAFÓN (ACABADO FINAL)		PISOS (ACABADO FINAL)
1.	Pintura impermeable y aislante térmico acrílica en color según muestra aprobada a dos manos, Comex tipo aislante térmico, previa aplicación de mortero impermeable, cemento flexible Comex.	1.	Pulido y nivelado.	1.	Pulido y nivelado.
2.	Pulido y nivelado.			2.	Cemento pulido y nivelado.

Tabla 6. Lista de acabados en planos (ver planos de acabados).

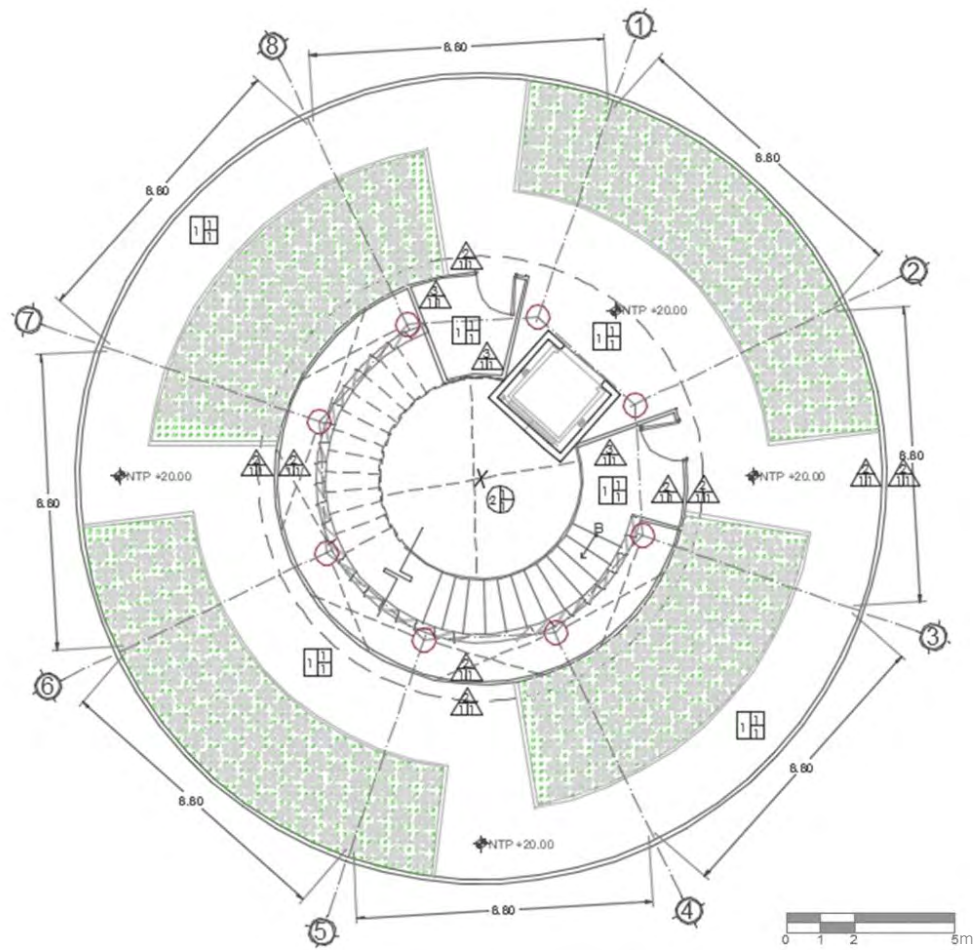


Figura 95. Acabados / Planta Azotea (ver planos de acabados).

SIMBOLOGÍA ACABADOS				PISOS (BASE)	
	MUROS BASE		PLAFÓN (BASE)		1. Losa tipo Spancrete de 1.2x6 m y 8" de espesor. Capa de compresión con malla electrosoldada 6 x 6 - 10/10 de 6 cm. de espesor de concreto f'c = 250 kg / cm ² terminado con autonivelante para recibir piso. 2. Fime de concreto armado f'c = 250 kg / cm ² con malla electrosoldada 6 x 6 - 10/10 de 30 cm de espesor. 3. Losa de concreto armado f'c = 250 kg / cm ² de 10 cm de espesor.
1. Muro de blocs huecos de cemento de 20x20x40 cm de espesor. 2. Muro de tabique rojo recochida de 6 x 12 x 24 cm en 12 cm de espesor juntado con mortero-arena 1:5 con espesor promedio de 1.5 cm. 3. Muro de panel de cemento PERMA BASE sobre bastidor metálico, marca Panel Rey, 1/2" de espesor.		1. Losa tipo Spancrete de 1.2x6 m y 8" de espesor. Incluye firme estructural de 5 cm de espesor en lecho bajo de losa. 2. Losa de concreto armado f'c = 250 kg / cm ² de 10 cm de espesor.			PISOS (ACABADO INICIAL)
	MURO ACABADO INICIAL		PLAFÓN (ACABADO INICIAL)		1. Aplanado fino de impermeabilizante cementoso, Cemento UH, marca Comex, de 1.5 cms de espesor, nivelado a plomo y regla.
1. Aplanado fino de mortero impermeable, cemento flexible marca Comex, 1.5 cm de espesor, nivelado a plomo y regla. 2. Aplanado fino de impermeabilizante cementoso, Cemento UH, marca Comex, de 1.5 cms de espesor, nivelado a plomo y regla.		1. Aplanado fino de mortero impermeable, cemento flexible marca Comex, 1.5 cms de espesor, nivelado a plomo y regla.			PISOS (ACABADO FINAL)
	MURO ACABADO FINAL		PLAFÓN (ACABADO FINAL)		1. Pintura impermeable y aislante térmico acrílica en color según muestra aprobada a las manos, Comex tipo aislante térmico, previa aplicación de mortero impermeable, cemento flexible Comex. 2. Pulido y nivelado.
1. Pintura impermeable y aislante térmico acrílica en color según muestra aprobada a las manos, Comex tipo aislante térmico, previa aplicación de mortero impermeable, cemento flexible Comex. 2. Pulido y nivelado.		1. Pulido y nivelado.			2. Cemento pulido y nivelado

Tabla 6. Lista de acabados en planos (ver planos de acabados).

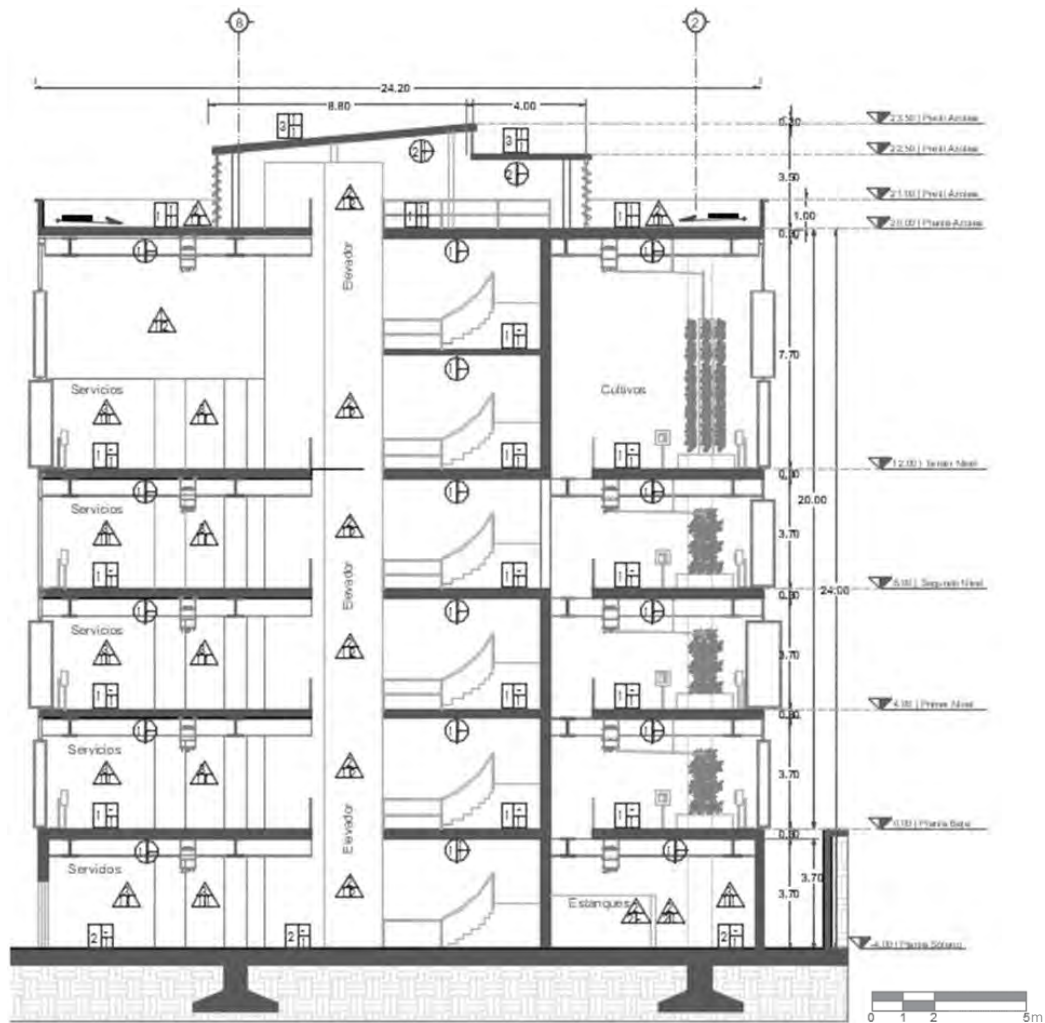


Figura 96. Acabados / Corte Arquitectónico (ver planos de acabados).

SIMBOLOGÍA ACABADOS	
	MUROS BASE 1. Muro de block hueco de cemento de 20x20x40 cm de espesor. 2. Muro de fajaque rojo recocida de 6 x 12 x 26 cm en 12 cm de espesor juntado con mortero-arena 1:5 con espesor promedio de 1,5 cm. 3. Muro de panel de cemento PERMA-BAS sobre bastidor metálico, marca Panel Rey, 1/2" de espesor.
	MURO ACABADO INICIAL 1. Aplanado fino de mortero impermeable, cemento flexible marca Comex, 1,5 cms de espesor, nivelado a plomo y regla. 2. Aplanado fino de impermeabilizante cementoso, Cemento UH, marca Comex, de 1,5 cms de espesor, nivelado a plomo y regla.
	MURO ACABADO FINAL 1. Pintura impermeable y aislante térmico acrílica en color según muestra aprobada a dos manos, Comex tipo aislante térmico - previa aplicación de mortero impermeable, cemento flexible Comex. 2. Pulido y nivelado.
	PLAFÓN (BASE) 1. Losa tipo Spancrete de 1,2x6 m y 8" de espesor, incluye firme estructural de 5 cm de espesor en lecho bajo de losa. 2. Losa de concreto armado $f_c = 250 \text{ kg / cm}^2$ de 10 cm de espesor.
	PLAFÓN (ACABADO INICIAL) 1. Aplanado fino de mortero impermeable, cemento flexible marca Comex, 1,5 cms de espesor, nivelado a plomo y regla.
	PLAFÓN (ACABADO FINAL) 1. Pulido y nivelado.
	PISOS (BASE) 1. Losa tipo Spancrete de 1,2x6 m y 8" de espesor. Capa de compresión con malla electrosoldada 6 x 6 - 10/10 de 6 cm. de espesor de concreto $f_c = 250 \text{ kg / cm}^2$ terminado con autivelante para recibir piso. 2. Firme de concreto armado $f_c = 250 \text{ kg / cm}^2$ con malla electrosoldada 6 x 6 - 10/10 de 30 cm de espesor. 3. Losa de concreto armado $f_c = 250 \text{ kg / cm}^2$ de 10 cm de espesor.
	PISOS (ACABADO INICIAL) 1. Aplanado fino de impermeabilizante cementoso, Cemento UH, marca Comex, de 1,5 cms de espesor, nivelado a plomo y regla.
	PISOS (ACABADO FINAL) 2. Cemento pulido y nivelado.

Tabla 6. Lista de acabados en planos (ver planos de acabados).

ESTRUCTURA

El sistema estructural propuesto para la torre de cultivo es a base de marcos rígidos, esto permite que columnas y vigas trabajen en conjunto para el soporte de las cargas que genera la edificación y los elementos que contiene.

Por la naturaleza del proyecto, se optó por utilizar acero en lo que corresponde a vigas y columnas, lo principales motivos son los siguientes:

- Alta resistencia mecánica: son resistentes al someterlos a esfuerzos de tracción y compresión.
- Elasticidad.
- Soldabilidad.
- Ductilidad.
- Tiempo de construcción.

Aunque la opción de curvar la estructura para que siga la forma del edificio es posible, se optó por una estructura principal con forma geométrica de octágono, para brindar mayor rigidez al edificio y hacer más simple el proceso constructivo. Para dar estabilidad a la propuesta de fachada automatizada, se coloca un anillo curvo de vigas empotradas a las columnas perimetrales y a los tableros de la estructura octagonal como refuerzo adicional.

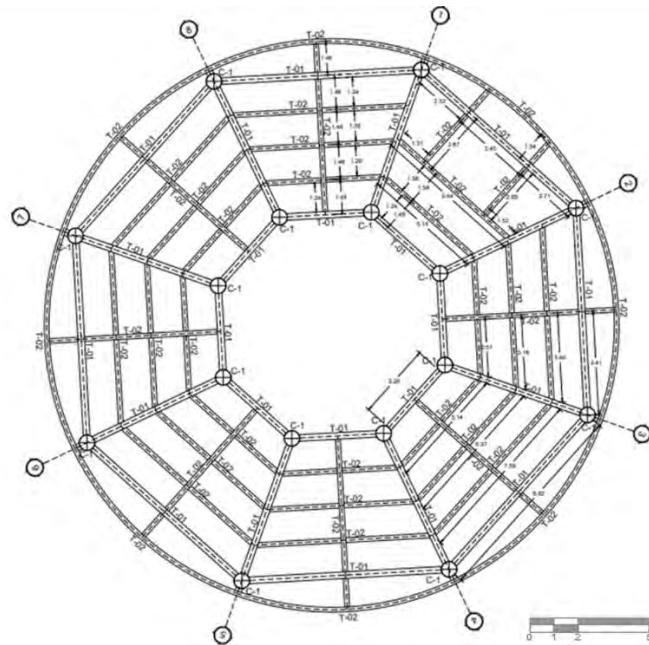


Figura 97. Propuesta de estructura en forma de octágono (ver planos estructurales).

Se proponen los siguientes perfiles de acero para la estructura:

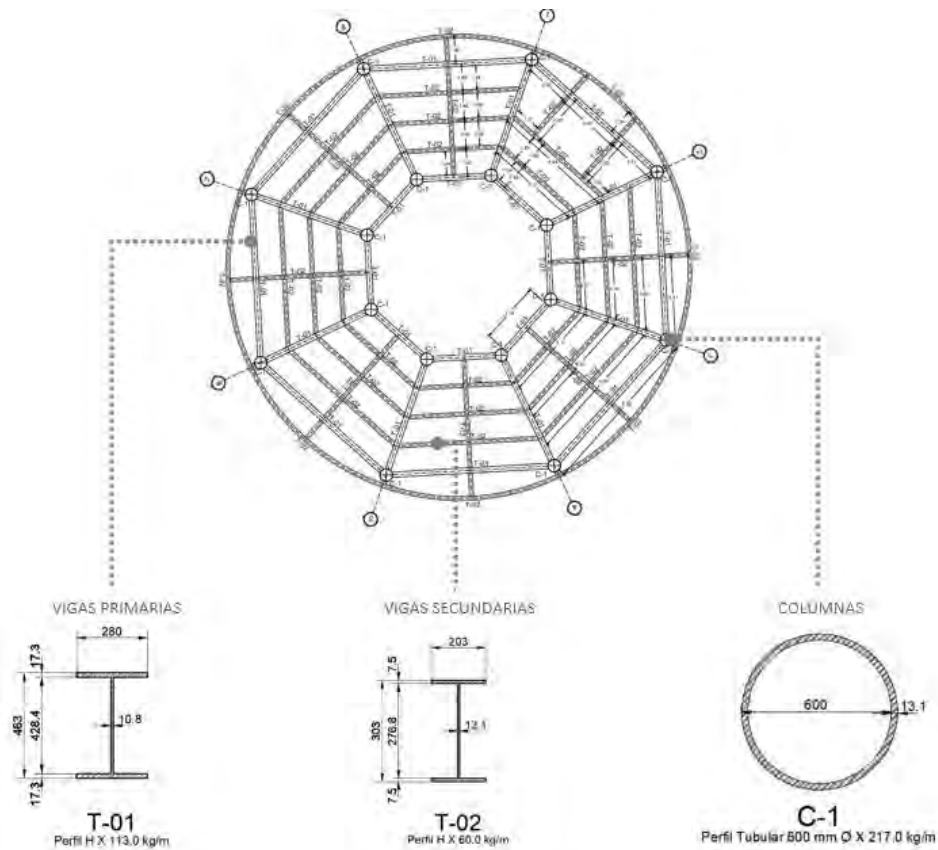


Figura 98. Propuesta de perfiles de acero (ver planos estructurales).

Las vigas de acero se soldarán a modo de formar un trapecio en cada tablero de la estructura, las vigas principales forman el marco principal del trapecio y las vigas secundarias se colocan a cada 1.48m de eje, para formar una red de refuerzo junto con otra viga secundaria colocada perpendicular al centro.

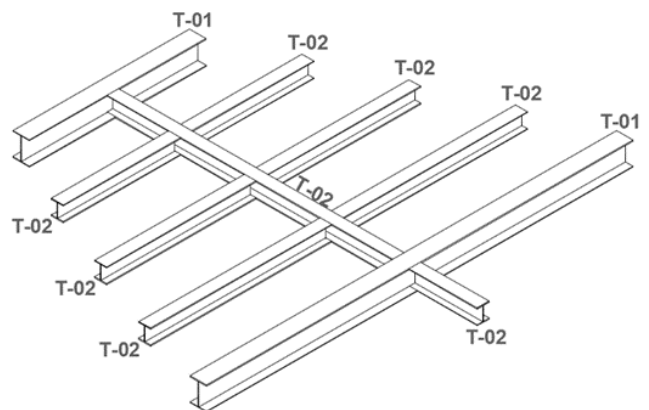


Figura 99. Tablero Estructura. Autoría propia (ver planos estructurales).

Cada tablero estructural está pensado para reforzar y permitir el asentamiento de las placas de losa tipo spancrete de manera más simple y segura, este criterio forma parte del objetivo de crear un módulo arquitectónico.

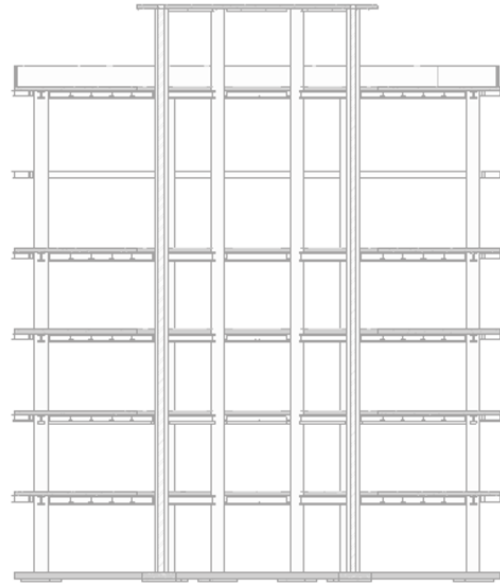


Figura 100. Propuesta Estructural / Alzado (ver planos estructurales).

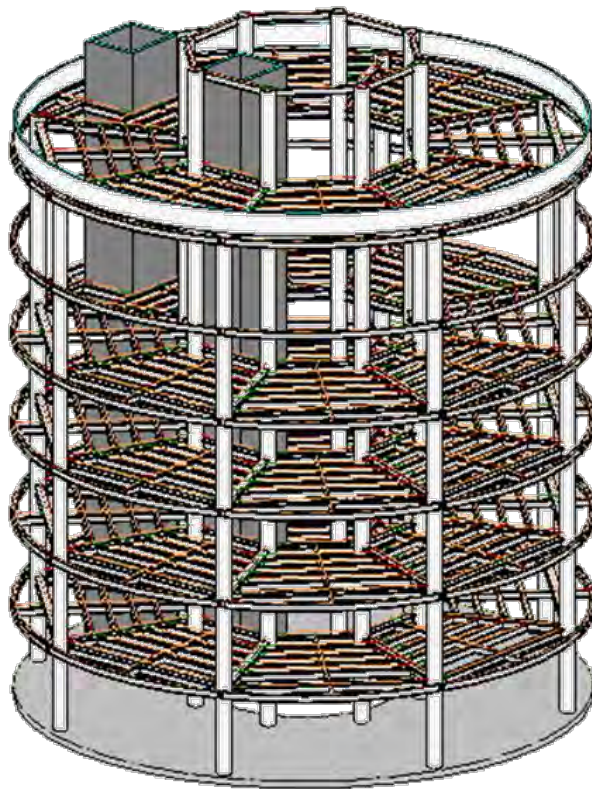


Figura 101. Vistas de estructura (modelo de Revit).

CRITERIO ESTRUCTURAL

La siguiente simulación se realizó con motivo de conocer la acción de las fuerzas en la estructura de la torre de cultivos, los datos de los pesos utilizados para dichos análisis, son los mismos que se encuentran en el apartado de cimentación. La simulación se llevó a cabo en el programa Robos Autodesk.

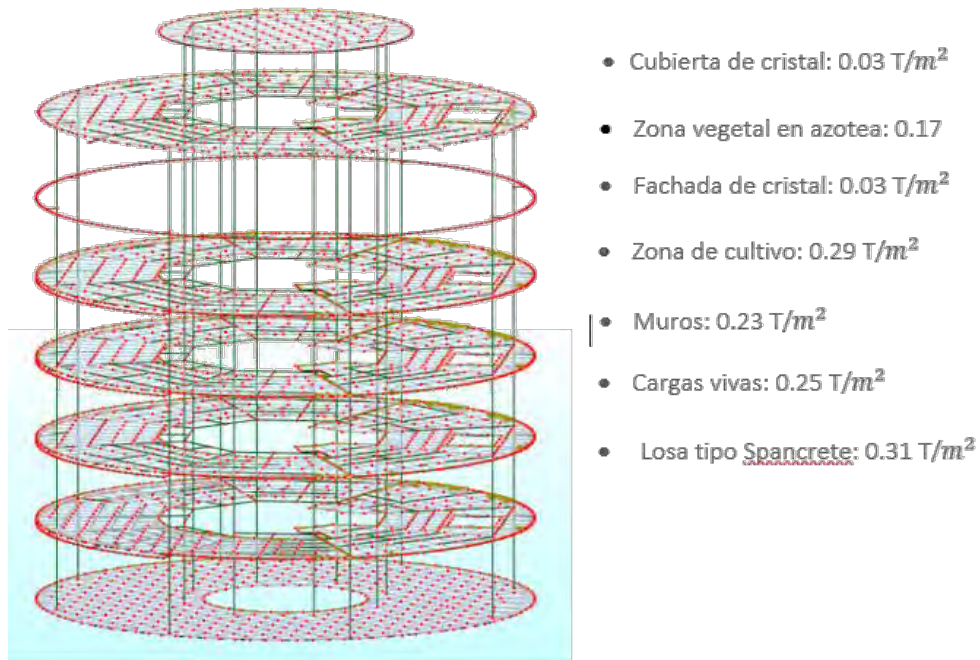


Figura 102. Pesos de los principales elementos de la torre de cultivos.

Con los datos anteriores, se obtuvieron distintos diagramas donde se pudo observar la acción de las fuerzas en la estructura propuesta. Los diagramas tienen como objetivo, dar a conocer en un nivel básico el comportamiento de la estructura de la torre de cultivos.

- Diagramas de esfuerzos.

Los siguientes diagramas muestran las posibles deformaciones que pueda tener la estructura por las cargas, con los perfiles estructurales propuestos.

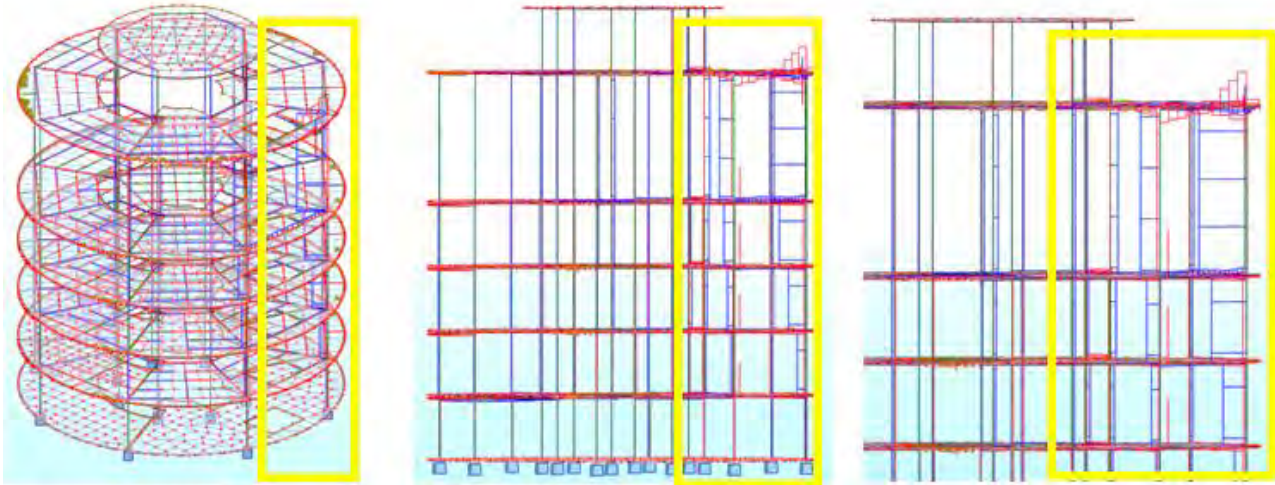


Figura 103. Simulación por Esfuerzos.

Se observa en la figura 101, el punto de mayor esfuerzo de la estructura, correspondiente a la zona de servicios, dado que soporta una carga mayor al resto de la torre.

Las losas con más esfuerzos corresponden al 4to nivel y la losa de azotea; esto debe a que las cargas del 4to nivel (doble altura) son mayores a los pisos anteriores; y la azotea se plantea con cultivos no hidropónicos, lo que supone un mayor peso que los cultivos de los pisos inferiores

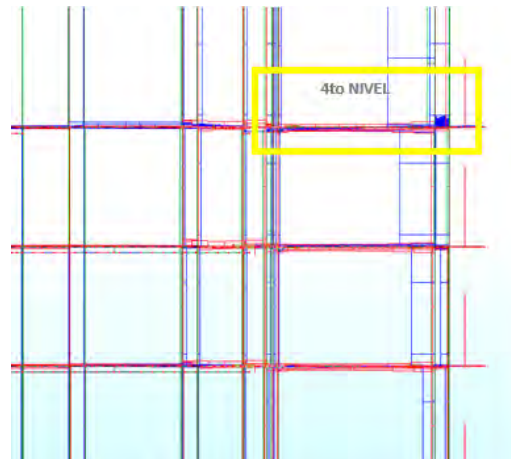


Figura 104. Deformación por esfuerzos en 4to. Nivel.

- Diagrama de Momentos.

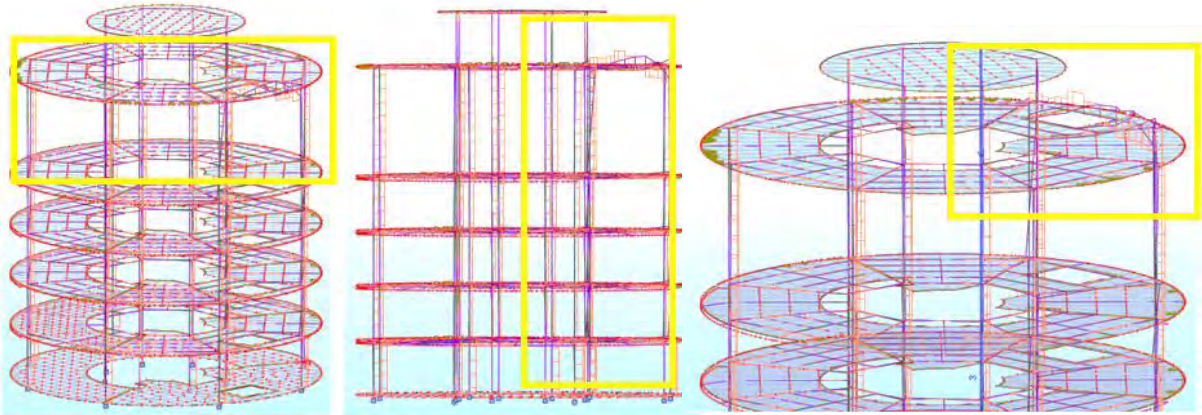


Figura 105. Diagrama de Momentos.

Similar a la concentración de esfuerzos de la propuesta estructural, se observa que la zona de servicios concentra las deformaciones por flexión; la azotea presenta una deformación mayor a las losas de entresuelo debido a la carga de la propuesta de la cubierta vegetal.

- Diagrama de tensiones.

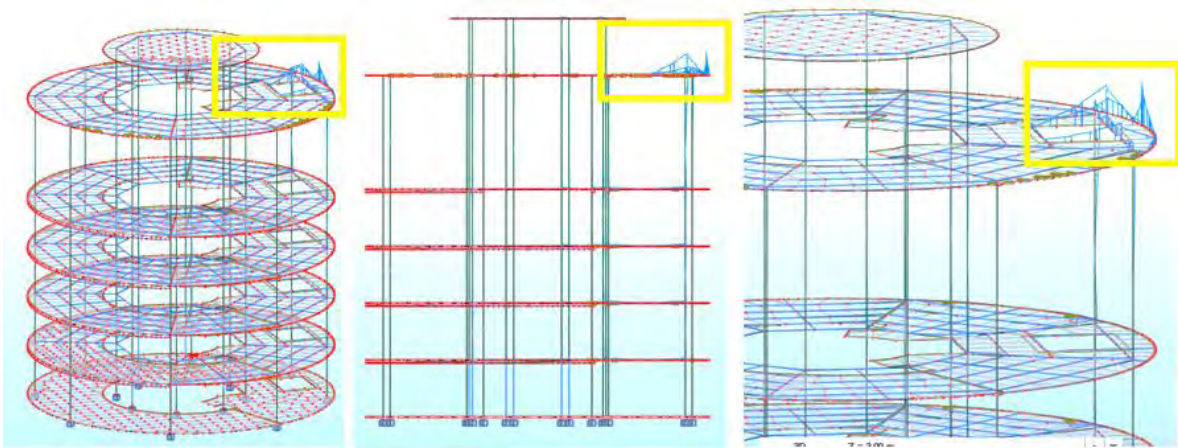


Figura 106. Diagrama de Tensiones.

Se muestran pocas deformaciones por tensión en la edificación; como en los diagramas anteriores, se observa que la zona de servicios, en particular el área de elevador y montacargas, tiene el mayor impacto en el comportamiento de la estructura. La cubierta vegetal y los muebles de cultivo no suponen un impacto considerable dentro de la estructura.

Conclusión del criterio estructural

Si bien las deformaciones presentadas, no representa un punto crítico dentro de la propuesta estructural, con estos diagramas obtenidos se puede formular un diagrama básico de cuáles son los cambios a realizar en la estructura de la torre de cultivos, en este caso, reforzar la zona de servicios, aumentando los perfiles estructurales o aumentando el espeso de losa según sea el caso.

Dado que el presente trabajo se presenta como un criterio básico estructural, dichas modificaciones quedarán a disposición de un análisis estructural especializado.

CIMENTACIÓN

Se realizó la propuesta de cimentación para la torre de cultivos tomando en cuenta los siguientes datos:

Bajada de cargas.

TORRE ENTREPISO TIPO						TORRE ENTREPISO DOBLE ALTURA		TORRE AZOTEA	
Clave	Elemento	Unidad	Peso del elemento (kg)/Unidad	Unidad en Entrepiso	Peso Total (kg/Unidad)	Unidad en Entrepiso	Peso Total (kg/Unidad)	Unidad en Azotea	Peso Total (kg/Unidad)
Apoyos	Columnas (60cm)	ML	217.00	4.00	868.00	8.00	1,736.00	2.50	542.50
	Viga perfil H/ W 18x76 (463 x 280mm)	ML	113.00	153.50	17,345.50	153.00	17,289.00	153.00	17,289.00
	Viga perfil H/ W 12x40 (303 x 203mm)	ML	60.00	277.76	16,665.60	277.76	16,665.60	277.76	16,665.60
TOTALES KG/ M2					34,879.10		35,690.60		34,497.10
Elem. Constructivos	Losa Spancrete 20cm + firme estructural 10cm = 30 cm	M ²	309.00	317.00	97,953.00	317.00	97,953.00	317.00	97,953.00
	Muros de tabique	M ²	230.00	92.00	21,160.00	184.00	42,320.00	82.52	18,979.60
	Muro de Tablaroca de doble tablero	M ²	40.00	88.00	3,520.00	88.00	3,520.00	0.00	0.00
	Cubierta Vegetal	M ²	170.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.60	2,482.00
TOTALES KG/ M2					122,633.00		143,793.00		119,414.60
Acabados e Instalaciones	Acabados de piso	M ²	40.00	317.00	12,680.00	317.00	12,680.00	256.00	10,240.00
	Instalaciones	M ²	150.00	317.00	47,550.00	317.00	47,550.00	0.00	0.00
TOTALES KG/ M2					60,230.00		60,230.00		10,240.00
Equipos	Equipos adicionales	%/M ²	16.80	317.00	5,325.60	317.00	5,325.60	0.00	0.00
	Muebles de cultivos	M2	290.00	317.00	91,930.00	317.00	91,930.00	0.00	0.00
	Ventanas Fachada	M ²	30.55	230.00	7,026.50	460.00	14,053.00	102.50	3,131.38
TOTALES KG/ M2					104,282.10		111,308.60		3,131.38
Adicionales	Cargas Vivas (Wm)	M ²	250.00	317.00	79,250.00	317.00	79,250.00	317.00	79,250.00
TOTALES KG/				4 NIVELES	1,605,096.80	1 NIVEL	430,272.20	1 NIVEL	246,533.08
TOTALES TON					1,605.10		430.27		246.53

Tabla 7. Bajada de cargas Torre de Cultivos.

Por lo tanto:

PESO DEL EDIFICIO Ton	2,281.90
PESO DE CIMENTACIÓN (20%)	456.38
PESO TOTAL DEL EDIFICIO Ton	2,738.28

Tabla 8. Peso de la edificación.

Para conocer la resistencia del terreno del lugar donde se desarrolla el proyecto, se tomó como referencia al reglamento de construcción de la ciudad de México. Se usaron las coordenadas del mismo para ubicarlo en el mapa.

El terreno del proyecto está ubicado justo en el cruce de las líneas en color e indican que pertenece a la Zona 1: Lomas, formadas por rocas o suelos generalmente firmes, y la resistencia que tiene esta zona según el reglamento de construcción de la ciudad de México es de 20 t/m².

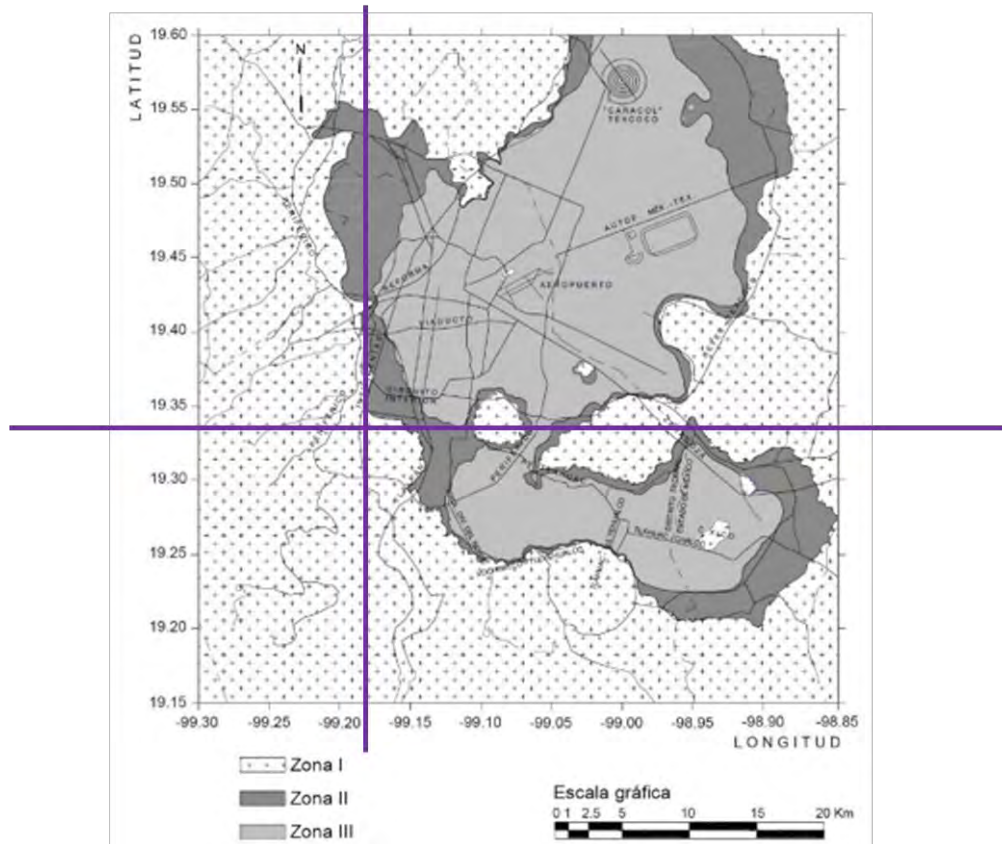


Figura 107. Gobierno de la Ciudad de México. (2017). Normas técnicas complementarias para diseño y construcción de cimentaciones. En Gaceta Oficial de la Ciudad de México (13-15). Ciudad de México: Administración Pública de la ciudad de México.

Se tiene que:

PESO TOTAL DEL EDIFICIO Ton	2,738.28
RESISTENCIA DEL TERRENO POR REGLAMENTO T/M2	20.00
ÁREA DE CIMENTACIÓN REQUERIDA M2	136.91

Tabla 9. Área de cimentación.

El área requerida de cimentación es de 136.91 m² y el área de desplante del edificio es de 383 m². Por lo tanto, se propone como cimentación: zapatas corridas, ya que cumplen con los requerimientos necesarios para distribuir las cargas del edificio.

Pre dimensionamiento de zapatas corridas.

Se tomarán como referencia dos columnas de la edificación, una que forma parte del anillo más cercado al centro de la circunferencia del edificio (Referencia 1) y otra en el sentido más lejano (Referencia 2).

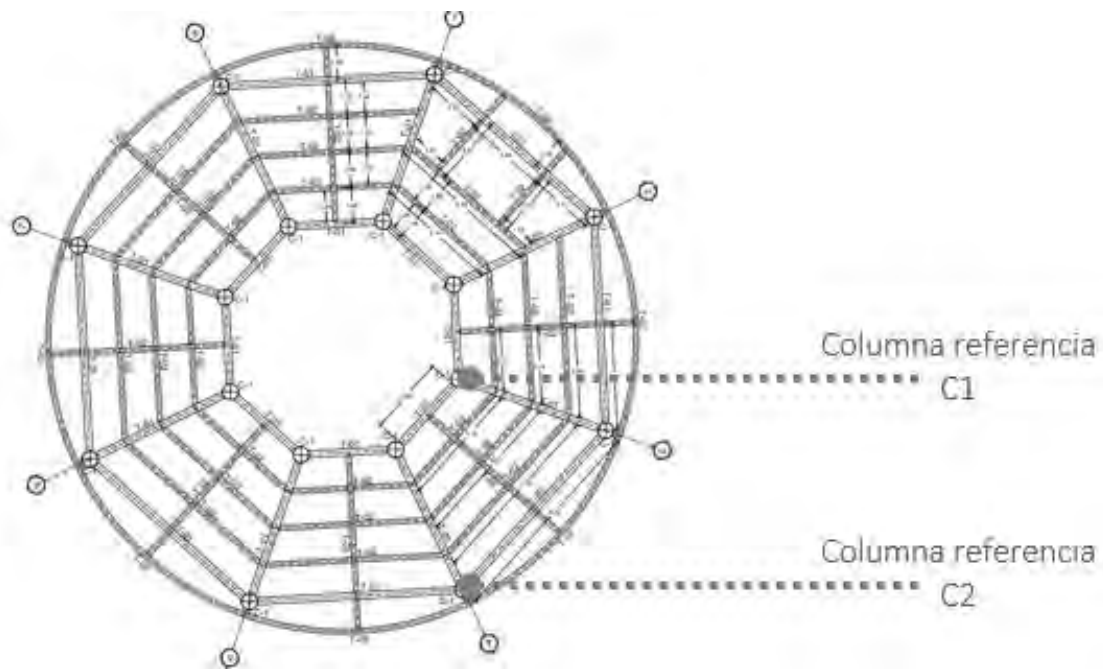
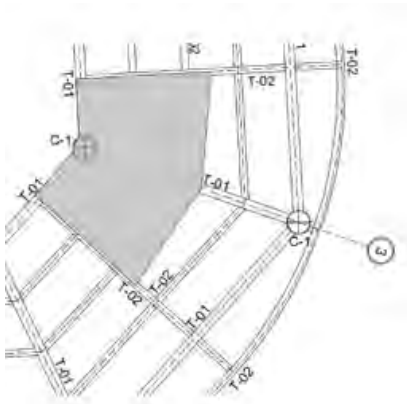


Figura 108. Referencia de columnas para pre-dimensionamiento de cimentación.

- Pre-dimensionamiento Columna referencia 1

Se obtiene la carga neta que soporta la columna según la sección del tablero en el cual trabaja.

Área del tablero. $a = 19.05 \text{ m}^2$



Peso por nivel:

Losa Spancrete $309 \text{ kg/m}^2 \times a$	5,866.48 kg
Muebles de cultivo $290 \text{ kg/m}^2 \times a$	5,524.5 kg
Instalaciones $150 \text{ kg/m}^2 \times a$	2,857.5 kg
Equipos adicionales $16.80 \text{ Kg/m}^2 \times a$	320 kg
Viga perfil H/ W 18x76 (463 x 280mm) $113 \text{ KG/mL} \times 8.5 \text{ mL}$	960.5 kg
Viga perfil H/ W 12x40 (303 x 203mm) $60 \text{ kg/mL} \times 11.5 \text{ kg/mL}$	690 kg
Cargas Vivas $250 \text{ kg/m}^2 \times a$	4,762.5 kg
TOTAL	20,981.48 kg

Figura 109. Tablero de carga 1.

La columna Referencia 1 carga en total 20,981.48 kg por nivel, a excepción del nivel de azotea, donde se sustituye el peso de los muebles de cultivo, por el peso de la cubierta vegetal y aumenta el peso de la losa de cubierta de las circulaciones verticales.

Para el nivel de azotea la columna carga un total de = 23,639.48 kg

Por lo tanto:

$20,981.48 \text{ kg} \times 5$ (niveles de la torre incluido sótano) = 104,907.4 kg

$104,907.4 \text{ kg} + 23,639.48 \text{ kg}$ (nivel de azotea) = 128,546.88 \approx 128,547 kg

128,547 kg es el peso que la columna recibe, para obtener la carga que la zapata soportara, se suma el resultado anterior y el peso propio de la columna:

Peso que cargará la zapata: $128,547 \text{ kg} + (217 \text{ kg/mL} \times 27.7 \text{ mL}) = 134,557.9 \approx 134,558 \text{ kg}$

Peso total que cargara el terreno: $134,558 \text{ kg} + \text{peso de zapata (20\% del total)} = 161,469.6 \text{ kg}$

Para determinar la superficie de asentamiento de la zapata en el terreno, se usa el peso total que el terreno soportará y la resistencia del mismo dada por el reglamento de construcción de la CDMX para la zona I.

$$A (\text{superficie de zapata}) = \frac{\text{peso total}}{\text{resistencia del terreno}}$$

$$A = \frac{161.46 T}{20 T/m^2} = 8.7 m^2$$

Se divide el área de superficie requerida para la zapata entre la distancia de eje a eje de columnas.

$$\text{Ancho de zapata} = \frac{8.7 m^2}{3.9 m} = 2.23 m \approx 2.30 m$$

Altura de zapata:

$$H = \frac{L (\text{lado})}{2} = 1.15 m \approx 1.20 m$$

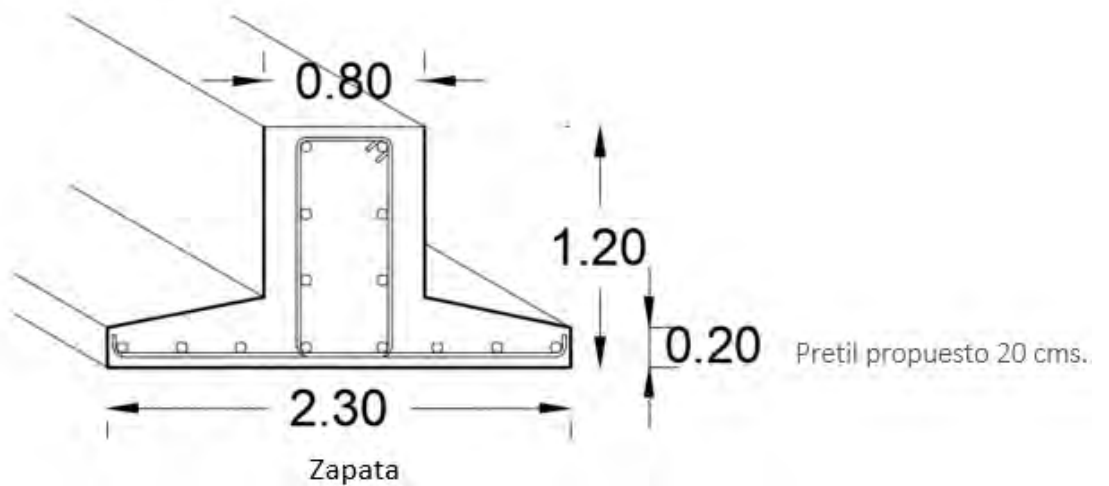


Figura 110. Propuesta de pre-dimensionamiento de la zapata corrida para columna referencia 1.
Autoría propia.

- Pre-dimensionamiento Columna Referencia 2

Área del tablero. $a = 32.3 \text{ m}^2$



Figura 111. Tablero de carga 2.

La columna Referencia 2 carga en total 36,314.54 kg por nivel, a excepción del nivel de azotea, donde se sustituye el peso de los muebles de cultivo, por el peso de la cubierta vegetal y se quita la carga ejercida por la fachada automatizada.

Para el nivel de azotea la columna carga un total de = 31,654.94 kg

Por lo tanto:

$36,314.54 \text{ kg} \times 5$ (niveles de la torre incluido sótano) = 181,572.7 kg

$181,572.7 \text{ kg} + 31,654.94 \text{ kg}$ (nivel de azotea) = 213,227.64 \approx 213,228 kg

213,228 kg es el peso que la columna recibe, para obtener la carga que la zapata soportara se suma el resultado anterior y el peso propio de la columna:

Peso que cargará la zapata: $213,228 \text{ kg} + (217 \text{ kg/mL} \times 24 \text{ mL}) = 218,436 \text{ kg}$

Peso total que cargara el terreno: $218,436 \text{ kg} + \text{peso de la zapata (20\% del total)} = 262,123.2 \text{ kg}$

$$A \text{ (superficie de zapata)} = \frac{\text{peso total}}{\text{resistencia del terreno}}$$

$$A = \frac{262.12 \text{ T}}{20 \text{ T/m}^2} = 13.1 \text{ m}^2$$

Se usa el peso total que el terreno soportará y la resistencia del mismo dada por el reglamento de construcción de la CDMX para la zona I.

Para obtener el ancho de la zapata se divide el área de superficie requerida para la zapata entre la distancia de eje a eje de columnas

$$\text{Ancho de zapata} = \frac{13.1\text{m}^2}{8.8\text{m}} = 1.48\text{m} \approx 1.50\text{m}$$

Altura de zapata:

$$H = \frac{L(\text{lado})}{2} = 0.75\text{ m}$$

Para que la cimentación este en su totalidad nivelada, se propuso una altura de 1.20 m como en el caso de la zapata 1.

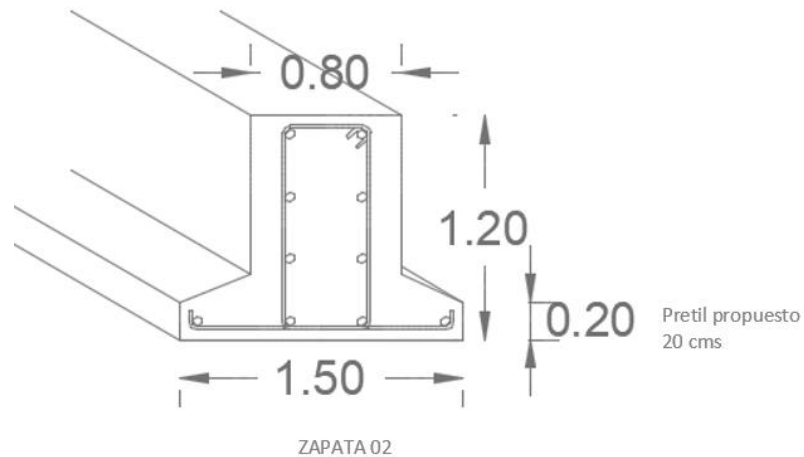


Figura 112. Propuesta de pre-dimensionamiento de la zapata corrida para columna referencia 2. Autoría propia.

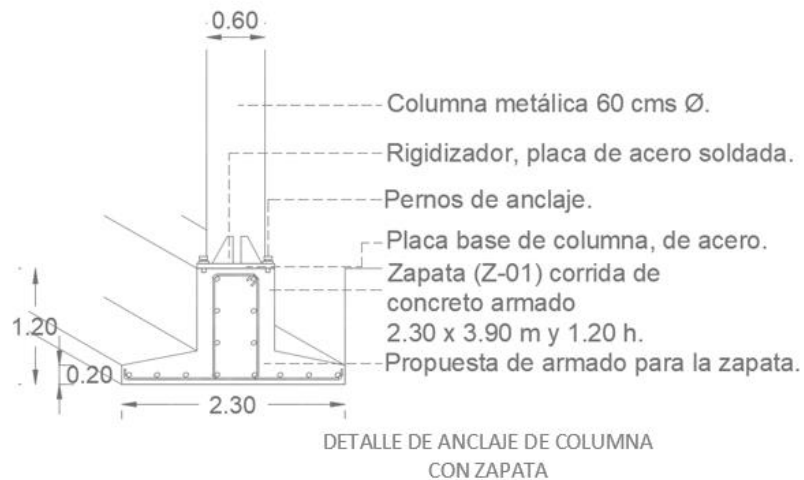


Figura 113. Detalle de anclaje de columna y zapata. Autoría propia.

Propuesta de Plano de cimentación.

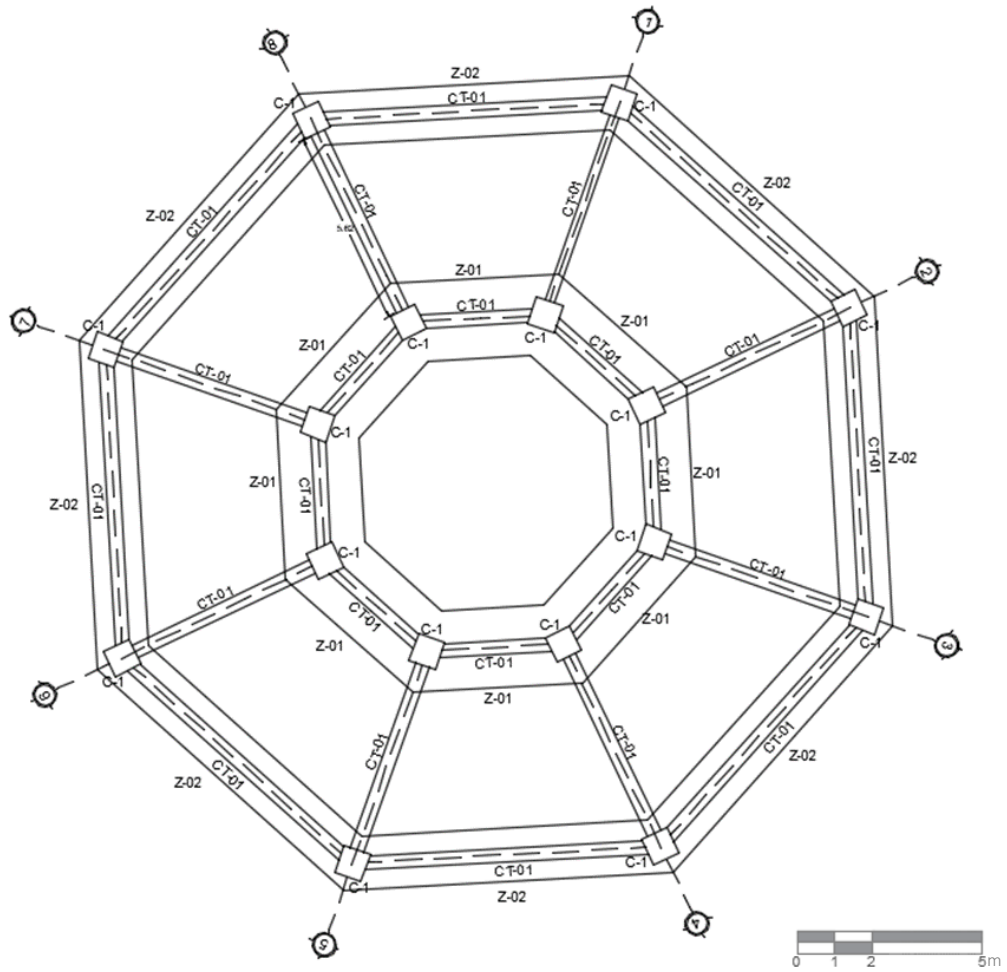


Figura 114. Plano de Cimentación.

DESARROLLO CONSTRUCTIVO

Las nuevas tecnologías, materiales y técnicas, nos llevan a propuestas constructivas más versátiles y de mayor adaptabilidad en el campo del que hacer arquitectónico.

Uno de los objetivos de este trabajo fue, que la propuesta arquitectónica correspondiera a un módulo arquitectónico replicable; para lo cual se plantea el desarrollo constructivo con los siguientes puntos.

- Optimización en materiales.

Mediante el uso de componentes prefabricados, se busca estandarizar las dimensiones, calidad y tiempos constructivos de la torre de cultivos, asimismo disminuir pérdida de material (común en la elaboración de algunos elementos constructivos in situ).

- Optimización en instalaciones.

Con el previo estudio de trayectorias e instalaciones que la torre de cultivos requiere, se puede proponer un módulo de instalaciones central, lo que permite un manejo eficiente del montaje de las instalaciones y el mantenimiento de las mismas.

- Adaptabilidad.

La adaptabilidad constructiva, se busca no solo para poder reproducir los módulos que se requieran, sino también por la posibilidad de mover o trasladar el modulo a distintos espacios con condiciones diferentes, en su necesidad o parte de él, según necesidades o costos del proyecto.

- Tiempos de ejecución controlados.

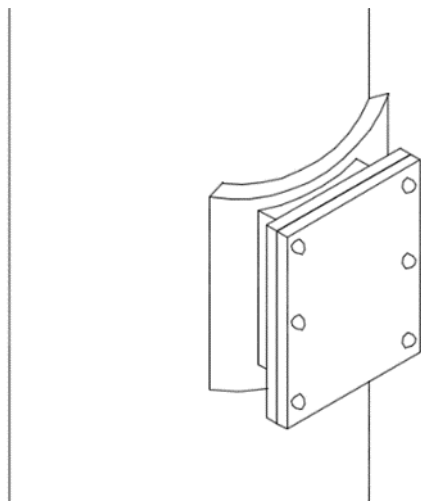
El desarrollo de un módulo constructivo conlleva a la optimización de materiales, maquinaria, instalaciones y sobre todo el control del flujo del trabajo durante el proceso constructivo, lo

cual se ve reflejado a grandes rasgos en el ahorro de tiempo en la ejecución de obra y en los costos de la misma.

Tomando en cuenta los puntos anteriores para el desarrollo constructivo de la torre de cultivos, se propone lo siguiente:

- Estructura / Conexiones especiales

Además de los marcos rígidos de la estructura de acero, para eficientar el proceso constructivo de la misma, se propone lo siguiente en la conexión de vigas con columnas:



Una pieza prefabricada de acero, con placa metálica cuadrada soldada en su extremo frontal, cabe mencionar que las vigas "H" llevarán una placa de la misma medida en sus extremos y al momento de unir ambos elementos (columna y viga) se utilizarán pernos de anclaje para su fijación. Esta solución se deriva de la problemática de la forma circular de la columna y de la viga "H".

Figura 115. Pieza prefabricada de acero. Autoría propia.

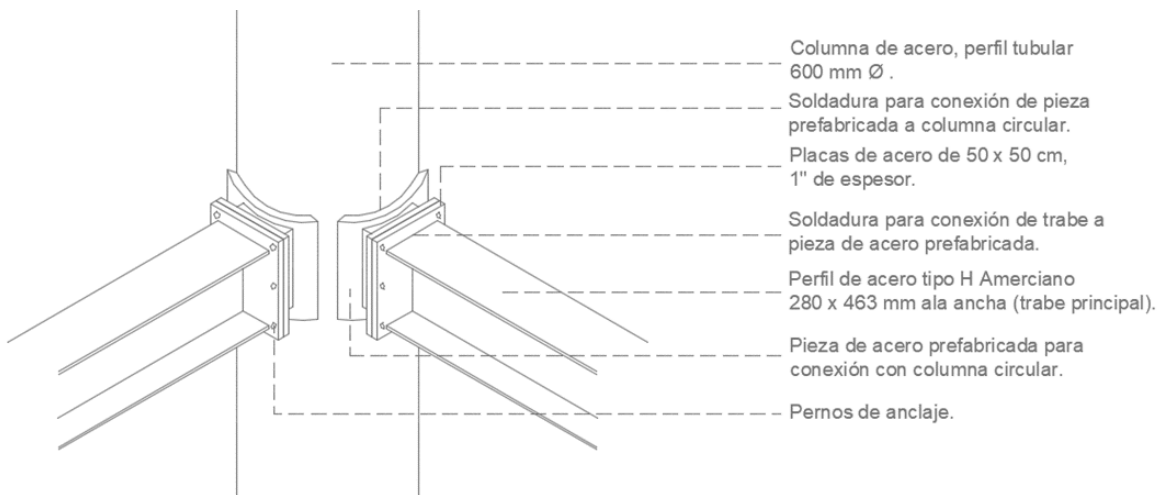


Figura 116. Isométrico conexiones de columna y vigas. Autoría propia (véase ANEXO, planos estructurales).

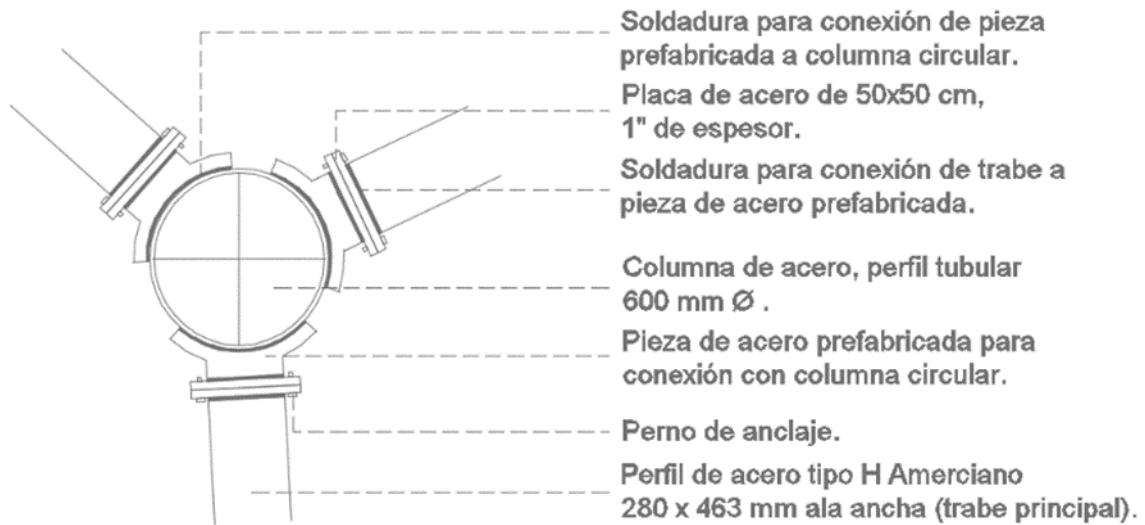


Figura 117. Planta/ conexiones de columna y vigas. Autoría propia (véase ANEXO, planos estructurales).

- Entrepisos / Sistema de Losa

El sistema de losa propuesto será el de losa tipo spancrete o placa alveolar. Este sistema consiste en placas de concreto reforzado prefabricadas, son elementos auto portantes con alta capacidad de carga, aislamiento térmico, acústico, y con alto grado de resistencia al fuego.

La principal característica por la cual se escogió este sistema, es la versatilidad en su montaje, ya que, se pueden fabricar las piezas según la forma y medidas más convenientes para el proyecto.

Para el caso de la torre de cultivos las especificaciones del sistema de losa son las siguientes:

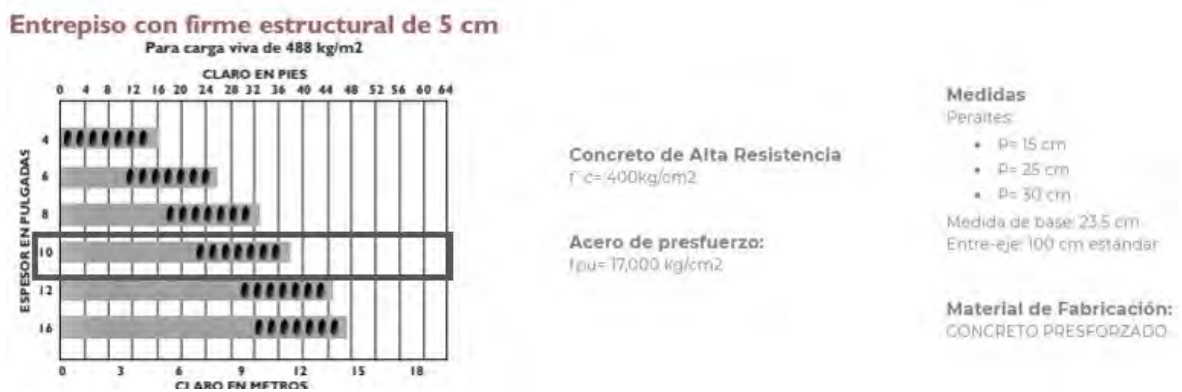


Figura 118. PERMEX. (2019). Especificaciones losa tipo spancrete. (imagen). Recuperado de <https://www.premex.com.mx/placa-alveolar.html>

Para la construcción de un entrepiso de la granja vertical, se diseñó un despiece de losa tipo spancrete el cual será montado en cada uno de los tableros estructurales que integran la forma de octágono de la estructura.

Despiece propuesto para la losa:

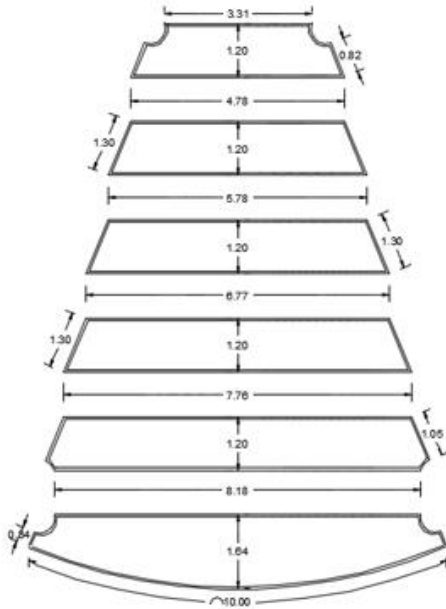


Figura 119. Despiece de placas de losa tipo spancrete. Autoría propia (véase AENXO, planos estructurales).

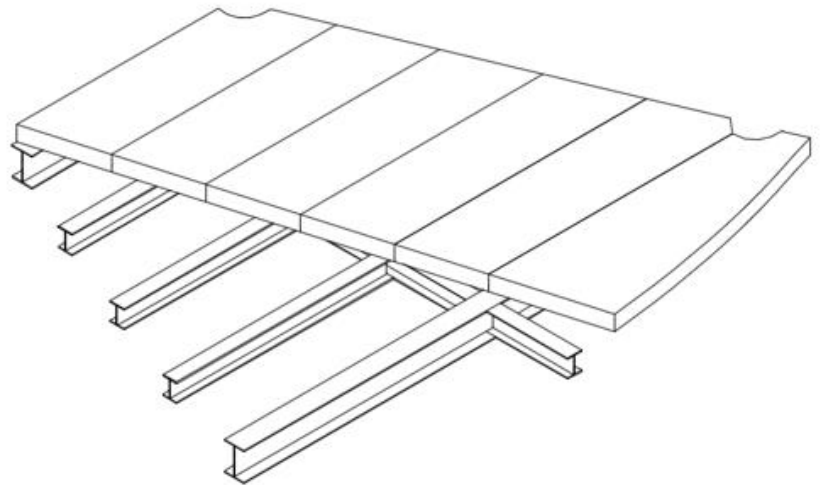


Figura 120. Montaje de losa spancrete en tableros estructurales. Autoría propia (véase ANEXO, planos estructurales).

Las placas de losa spancrete descansan sobre las vigas de manera natural. Para dar mayor fijación en estos elementos (losa y vigas), se propone que, entre cada tablero estructural y en la viga secundaria intermedia, se soldé verticalmente una solera de 15 cms, a modo de que funcione como conector en el momento de colar el concreto entre cada placa de losa como lo muestra la siguiente imagen.

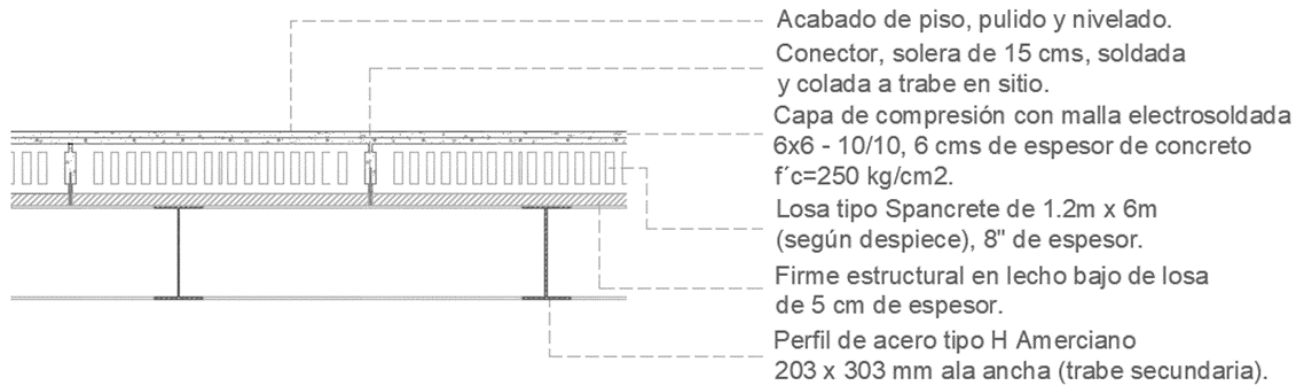


Figura 121. Detalle de asentamiento de losa. Autoría propia (ver AENEXO, planos estructurales).

La colocación de las piezas de losa en cada entrepiso se llevará a cabo por etapas, en la primera etapa, se construirá sótano y planta baja con todas las vigas soldadas y empotradas a las columnas, una vez teniendo planta baja, entrará a maniobrar una grúa telescópica que cargará y montará cada pieza de losa spancrete en cada tablero de la estructura, la segunda etapa se llevará a cabo cuando el segundo nivel este soldado y empotrado, y así sucesivamente.

El detalle del desarrollo constructivo general de la torre se muestra en los cortes por fachada.

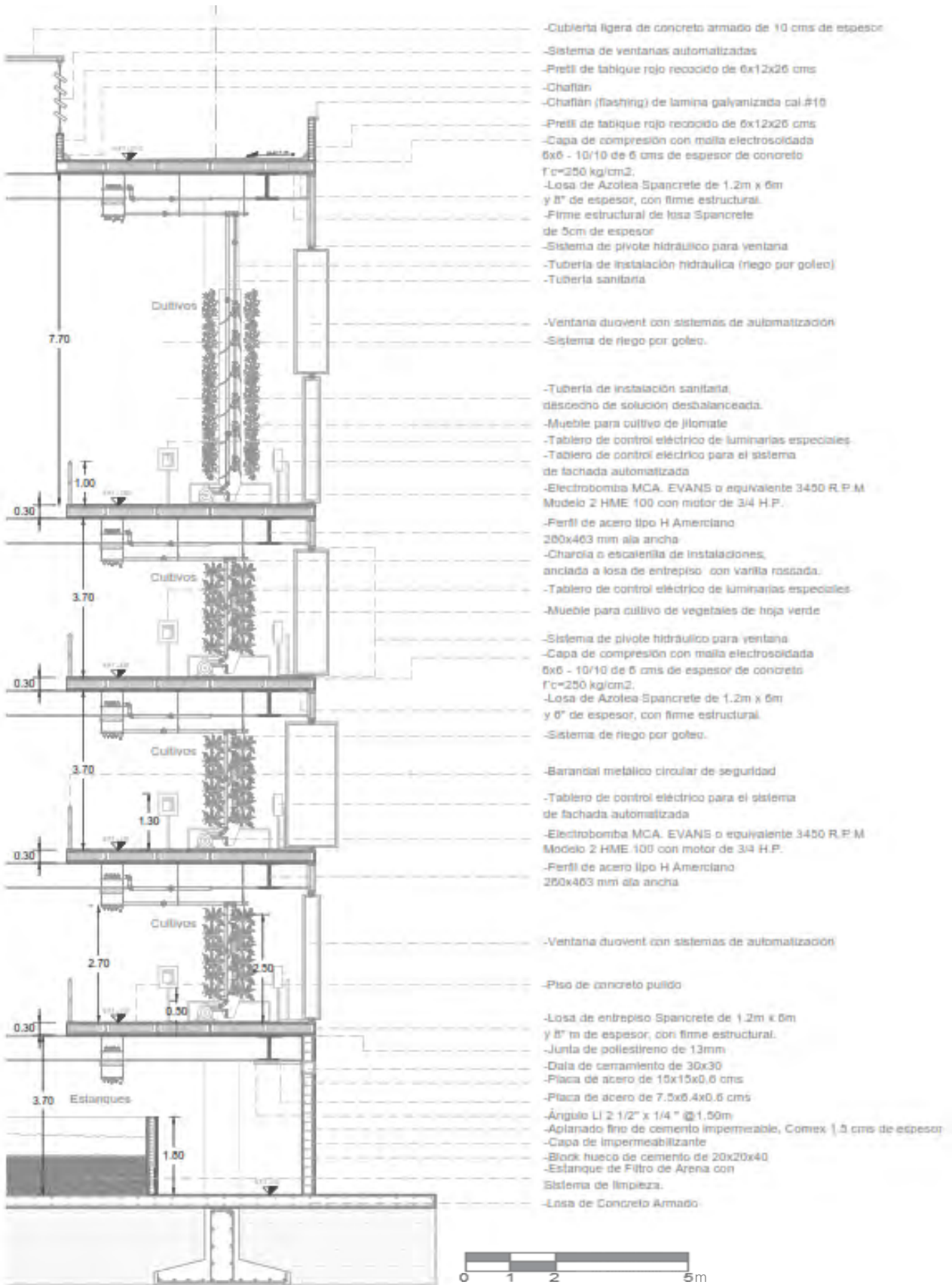


Figura 123. Corte por Fachada B-B' (véase ANEXO, planos de cortes por fachada).

INDICADORES DE IMPACTO

Los indicadores de impacto presentan la relación entre los elementos del proyecto y su contexto, visto desde distintas perspectivas. Se pretenden obtener datos más precisos de la relación del diseño de las torres y los factores climatológicos, aplicación de tecnologías necesarias para la producción, y gasto energético por unidad de producción; con esto se busca contribuir a parámetros que definan con mayor claridad la aportación que el campo arquitectónico pueda ejercer en proyectos enfocados a la producción intensiva de alimentos en granjas verticales, dentro de la ciudad.

FACTORES CLIMATOLÓGICOS.

En este apartado se estudia la relación que tiene la propuesta formal de las torres de cultivo con los distintos elementos del clima (temperatura, precipitación pluvial, viento), y como intervienen en el elemento arquitectónico y la producción de alimentos del proyecto.

Factor de ventilación

La ventilación adecuada es un elemento importante en el desarrollo de los cultivos (evita el exceso de humedad en la zona de producción y remueve partículas potencialmente dañinas para los cultivos).

La propuesta arquitectónica contempla este factor en la implementación del sistema de fachada automatizada que se explicó anteriormente (véase ANEXO, figura 8). Para determinar si esta propuesta es funcional en los procesos de producción, y si cumple con los requerimientos de los cultivos que contiene la torre, se hizo un estudio de los vientos dominantes en el sitio y su relación con la fachada, lo que permitirá observar si la implementación de la fachada automatizada cumple con los requerimientos necesarios de ventilación para la producción de alimentos especificados para cada torre.

La siguiente gráfica muestra las condiciones actuales del viento en el sitio del proyecto, los datos obtenidos determinan las estrategias de diseño necesarias para asegurar el nivel óptimo de ventilación en los cultivos.

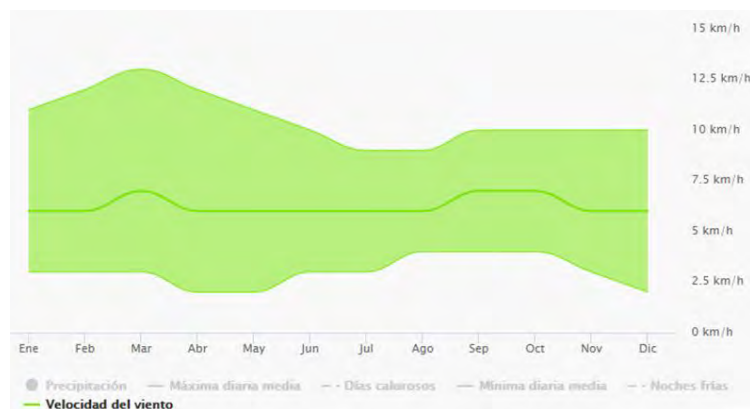


Figura 124. Meteoblue. (2018). Velocidad del viento en sitio. (gráfica). Recuperado de www.meteoblue.com www.meteoblue.com.

Las velocidades del viento se considerarán para obtener los caudales de ventilación que el sitio puede aportar de manera natural a los cultivos en relación con la superficie de ventana de la fachada, de modo que la máxima se encuentra en el mes de marzo, donde los vientos alcanzan los 13 km/h, la velocidad mínima se encuentra en el mes de abril, mayo y diciembre con 2 km/h. La velocidad media ronda los 6 km/h.

Nota: Los datos simulados tienen una resolución espacial de unos 30 km y pueden no reproducir todos los efectos del clima local, como tormentas o tornados.

Para conocer la dirección de los vientos dominantes, se realizó una simulación que muestra la dirección en tiempo real, se incluye la zona de ciudad universitaria como referencia del contexto donde se ubica el terreno propuesto para el proyecto.

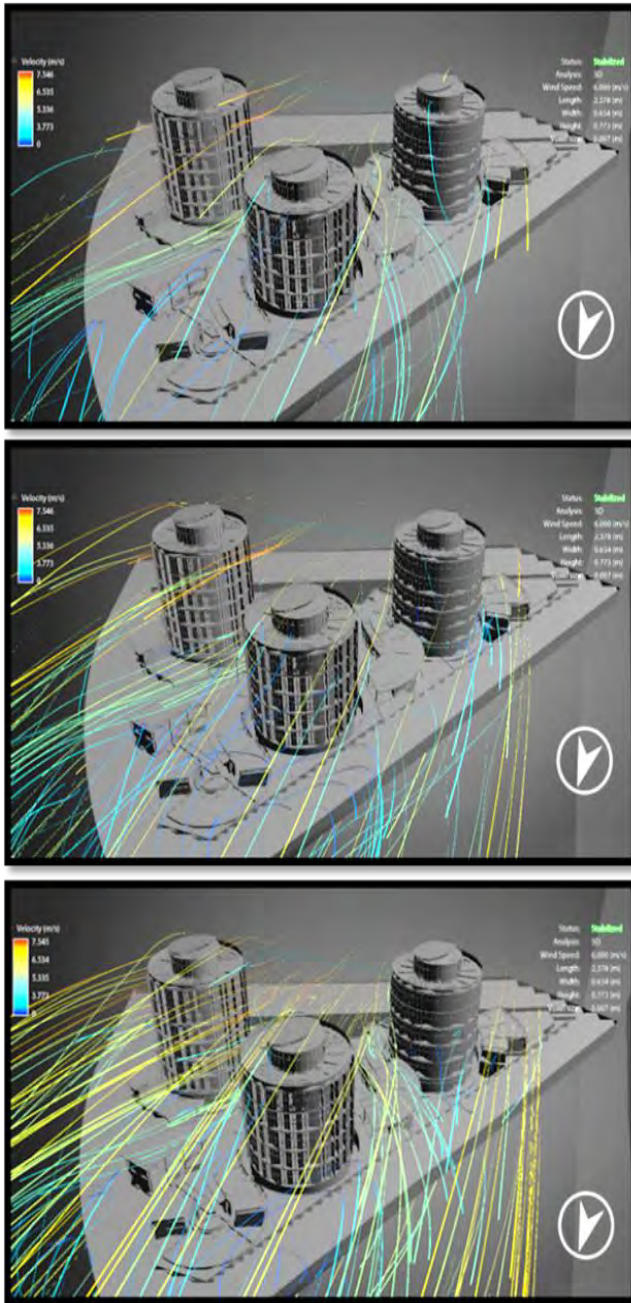


Figura 125. Hoy de Smog. (2018). Dirección de vientos dominantes. (imagen). Recuperado de <https://hoyodesmog.diegovalle.net/es/wind.html#15/19.3313/-99.1874>.

Con estos datos se realiza una simulación 3D de las torres de cultivos usando como medio el software FLOW DESIGN de Autodesk. En ella se muestra el impacto del viento sobre las torres de cultivos.

El viento sigue distintas direcciones en el día, por lo tanto, la simulación tomará en cuenta únicamente los vientos dominantes.

- Simulación de las corrientes de viento con FLOW DESIGN.



En la secuencia de imágenes podemos observar la trayectoria de los vientos dominantes alrededor de las edificaciones. Las líneas de tonalidad amarilla - naranja corresponden a vientos de mayor velocidad, 3.6 m/s y las líneas en tonalidad azul representan una velocidad menor, correspondiente a 0.55 m/s.

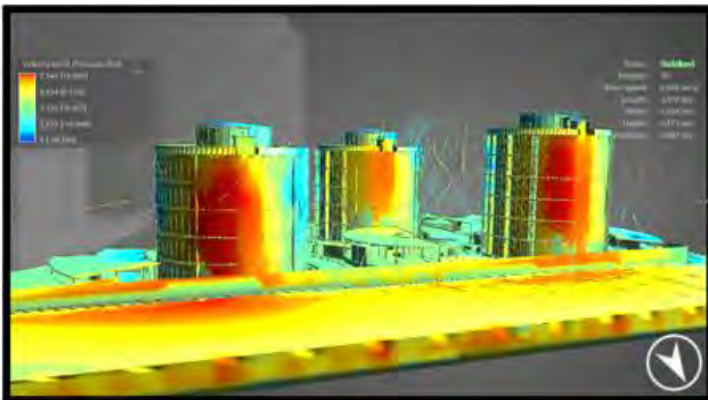
Las diferentes presiones de viento dan lugar a una sucesión de remolinos que provocan el cambio de dirección en su trayectoria, en este caso hacia la fachada sur de las torres; lo que muestra cómo puede ingresar el viento al interior de la torre de cultivos.

Una vez conociendo la dirección y velocidad del viento en el proyecto, lo siguiente es determinar de manera más específica los valores del caudal de aire y renovaciones de aire que se generan en la propuesta arquitectónica. Esto se desarrolla en las siguientes páginas.

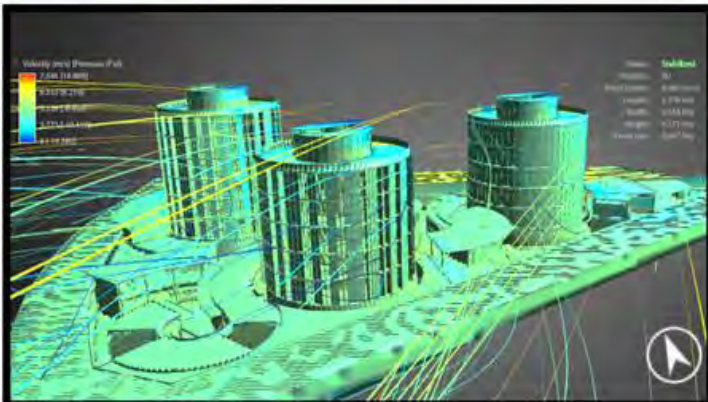
Figura 126. Simulación del viento FLOW DESIGN. (ver video de simulación en carpeta de archivos digitales).

- Cargas por viento.

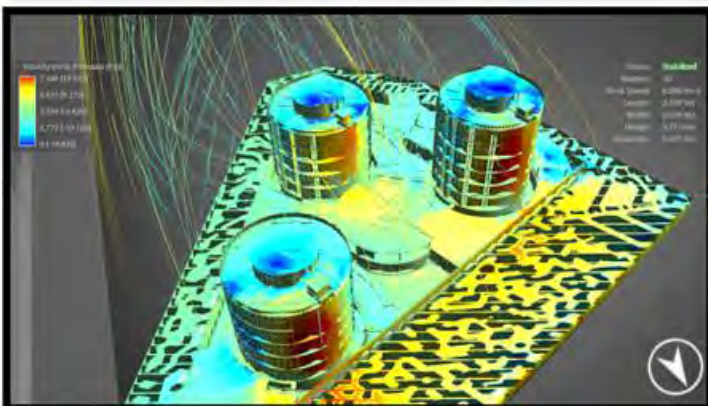
Se muestran las cargas por viento que existen en el edificio, lo que da a conocer los posibles puntos críticos en el diseño arquitectónico a nivel estructural, según sea el caso (mediante el uso del software de FLOW DESIGN)



La fachada norte de la torre de cultivos, recibe mayor empuje del viento como lo muestra la simulación con su gama de colores, tomando el color rojo como el de mayor empuje. La propuesta arquitectónica proyecta un muro rígido que permite mayor estabilidad y resistencia hacia la carga generada por el viento. Según los datos arrojados por el software, la fuerza del viento no tiene un impacto crítico en la edificación, sin embargo, el diseño de la torre lo contempla.



La fachada Sur tiene un impacto bajo por las cargas del viento, por esta razón la simulación muestra una gama de colores azul, que representan menor empuje ejercido en el edificio. De modo que la fachada de cristal no presenta problema alguno en el efecto que el empuje del viento pueda tener hacia esta.



La altura de las torres de cultivo establecida en la propuesta formal, permiten reducir el impacto por viento y convierte a la edificación en un módulo versátil ante los efectos generados por estas fuerzas.

Figura 127. Simulación de las cargas por viento en la edificación FLOW DESIGNN. (ver video de simulación en carpeta de archivos digitales).

Para obtener la información sobre como la torre de cultivos está respondiendo a las cargas por viento, se realiza el siguiente cálculo con una fórmula desarrollada en 1997 como parte del Código de Construcción Uniforme (UBC, por su sigla en inglés). La carga por viento se obtuvo de la siguiente manera:

$$F = A \times P$$

Donde A es el área o superficie proyectada y P es la presión del viento⁹⁴.

Para obtener la presión del viento se usa la siguiente fórmula:

$$P = C_e \times C_q \times Q_s \times I_w$$

C_e = exposición y factor de respuesta de ráfaga combinados.
 C_q = coeficiente de presión.
 Q_s = presión de estancamiento del viento.
 I_w = factor de importancia.

Figura 128. The Engineering ToolBox. (2015). Fórmula para la presión del viento. 2018, de The Engineering ToolBox Sitio web: https://www.engineeringtoolbox.com/drag-coefficient-d_627.html.

Los valores sustituidos son los siguientes:

- C_e . Para la exposición y factor de respuesta de ráfaga se toma el tipo de exposición B por las características del proyecto, este tipo de exposición representa a los terrenos con edificios, árboles u otras irregularidades en la superficie que cubren por lo menos el 20% del área circundante.⁶

El valor asignado para el tipo de exposición B es de: $C_e = 1.04$

⁹⁴ The Engineering ToolBox. (2015). Drag Coefficient. 2018, de The Engineering ToolBox Sitio web: https://www.engineeringtoolbox.com/drag-coefficient-d_627.html.

- Cq. Para el coeficiente de presión o coeficiente de arrastre se puede obtener el dato directo del software Flow Design: Cq = 1.2
- Qs. Para la presión de estancamiento del viento sustituimos los datos en la siguiente fórmula:

$$Q_s = 0.00256 \times V^2$$

$$Q_s = 0.002566 \times 13^2 = 0.43$$

V = es la velocidad del viento en kilómetros por hora (km/h), para fines de este estudio, se tomará en cuenta las velocidades máximas registradas en el sitio: 13 km/h.

Figura 129. The Engineering ToolBox. (2015). Fórmula para el estancamiento del viento. 2018, de The Engineering ToolBox Sitio web: https://www.engineeringtoolbox.com/drag-coefficient-d_627.html.

- Lw. El factor de importancia se toma en cuenta a partir del uso del edificio, de modo que, para los edificios con un uso estándar el factor de importancia equivale a: 1
- Área proyectada.

Se considera la superficie de la fachada Norte, ya que tiene mayor impacto de cargas por viento.

$$\text{Superficie} = 740 \text{ m}^2$$

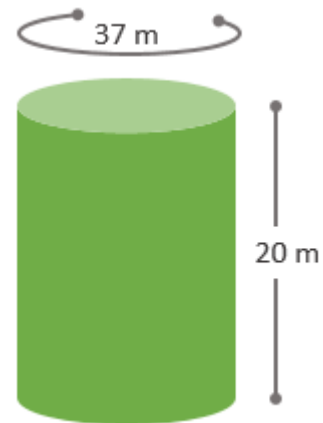


Figura 130. Esquema de superficie de fachada Norte. Autoría propia.

Cambiando las variables para obtener la presión de viento, tenemos:

$$P = C_e \times C_q \times Q_s \times I_w \quad / \quad P = 1.4 \times 1.2 \times 0.43 \times 1 = 0.72$$

Carga del Viento.

$$F = A \times P \quad / \quad F = 740 \text{ m}^2 \times 0.72 = 532.8 \text{ kg}$$

La carga ejercida en la Fachada norte de las torres de cultivo tiene un valor de 532.8 kg. Es decir que en cada metro cuadrado hay una carga de 0.72 kg.

Interpretación de los resultados del cálculo de cargas por viento.

De las simulaciones anteriores, se observa que la fachada que recibe predominantemente los efectos de los vientos dominantes, corresponde a la fachada norte; y que ésta, soporta adecuadamente dichas cargas debido a dos razones principales.

1. La fuerza de empuje de los vientos no es lo suficientemente fuerte para tener un efecto considerable en la estructura del edificio.
2. Los materiales propuestos en la fachada norte ayudan a rigidizar la estructura ante los empujes del viento.

Los vientos considerados como NO dominantes, pueden llegar a presentar un movimiento en forma de remolino debido a las diferencias de presiones provocadas por distintas velocidades y temperaturas, este efecto hace que haya un rebote hacia la fachada sur, sin embargo no se considerara una medida preventiva o de riesgo, ya que la velocidad de estos vientos no producen un empuje considerable en la fachada de cristal, además que el sistema automatizado de fachada permite que estos rebotes de corriente entren en la edificación y ayuden a ventilar los cultivos.

Entendiendo los efectos por la carga del viento en la estructura, se prosiguió a desarrollar el factor de ventilación, por medio del desarrollo del cálculo del método de balance de energía y por ello se realiza este cálculo para verificar si la propuesta de la torre de cultivos, con la propuesta de fachada automatizada, cumplen con los requerimientos necesarios de ventilación para los cultivos.

Según la FAO, para tener ventilación suficiente en un invernadero, la superficie total de la ventana o vano, debe ser del 15 al 25% de la superficie del suelo.⁹⁵

⁹⁵ FAO. (2019). Capítulo 3. Estructuras, materiales y equipos de producción. agosto 2019, de FAO Sitio web: <http://www.fao.org/3/S8630S/s8630s05.htm>.<http://www.fao.org/3/S8630S/s8630s05.htm>.

La superficie del nivel de producción en la torre de cultivos es de 317 m^2 y la superficie de ventana es de 90 m^2 , el porcentaje total de ventana que tiene la fachada automatizada por nivel es de 28.4%, aunque sobre pasa el dato requerido por la FAO, se considera que esta en un rango adecuado debido a sus proporciones.

- Caudal de aire requerido.

Para el cálculo del caudal requerido, es necesario conocer el número de renovaciones hora que se necesitan. Se proponen las renovaciones hora que necesita un invernadero junto con el volumen de aire total a renovar. Para las renovaciones de un invernadero se recomiendan de 40 a 60 renovaciones / hora⁹⁶. Por lo tanto, tenemos:

- Volumen de un piso de la granja vertical: $1, 204.6 \text{ m}^3$ ($317 \text{ m}^2 \times 3.8 \text{ m}$ de alto)
- Renovaciones por hora: 60 ren/ hora. (Se toman 60 renovaciones/ hora, por la cantidad de plantas que se producen en la granja vertical).

Con estos datos, la necesidad de aire a ventilar se obtiene mediante la siguiente fórmula:

Caudal necesario= Volumen del local x N° Renovaciones.

$$\text{Caudal} = 1, 204.6 \text{ m}^3 \times 60 = 72, 276 \text{ m}^3 \text{ m}^{-2} / \text{hora}$$

Se obtiene una necesidad de ventilación de $72, 276 \text{ m}^3 \text{ m}^{-2} / \text{hora}$ para cumplir los requerimientos de los cultivos.

Tomando en cuenta las características físicas de las ventanas de la fachada automatizada, las cuales permiten mayor flujo de aire, se proponen 20 renovaciones/ hora, es decir, se comprobará sí con 20 renovaciones de aire/ hora, la torre de cultivos alcanza los requerimientos de ventilación necesarios que recomienda la FAO con sus 60 renovaciones de aire para un invernadero.

⁹⁶ Gassó F. & Solomando S. . (2011). Capítulo G: Cálculo de ventilación. En Estructura e instalaciones de un invernadero. Tesis de ingeniería técnica industrial. Universidad politécnica de Cataluña. (54). Cataluña, España: Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Barcelona.

- Caudal de aire entrante.

De manera general se calcula el caudal de aire con la velocidad promedio que hay en el sitio y la superficie de ventanas o vanos de la fachada.

$$Q = S \times V \quad | \quad 90 \text{ m}^2 \times 3.6 \text{ m/s} = 324 \text{ m}^3 \text{ m}^{-2} \text{ s} \approx 1,166,400 \text{ m}^3 \text{ m}^{-2} \text{ h}$$

En donde:

S = superficie necesaria del hueco (m^2)

V = velocidad del viento (m/s)

Q = caudal de aire entrante

Figura- 131. Gassó F. & Solomando S. . (2011). Capitulo G: Cálculo de ventilación, fórmula del caudal de aire entrante. En Estructura e instalaciones de un invernadero. (imagen). Tesis de ingeniería técnica industrial. Universidad politécnica de Cataluña. Cataluña, España: Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Barcelona.

Usando los datos anteriores obtenemos que el caudal de aire entrante en la torre de cultivos sobrepasa los requerimientos de ventilación que arrojo el cálculo con 60 renovaciones. $72,276 \text{ m}^3 \text{ m}^{-2} / \text{hora}$

Aunque en un principio se percibe que se cumplen los requerimientos de ventilación en los cultivos, es necesario considerar en el cálculo otros factores para llegar a un resultado más específico y funcional para el proyecto, pues un exceso de ventilación puede resultar negativo para el desarrollo de las plantas. De modo que se realizará otro cálculo, ahora con el MÉTODO DE BALANCE DE ENERGÍA.⁹⁷

Ecuación de balance de energía en estado estacionario del interior de invernadero (torre de cultivos):

⁹⁷ Ruiz A., López I.,Arteaga R., & Ramírez A.. (ene./feb. 2015). Tasas de ventilación natural de un invernadero del centro de México estimadas mediante balance de energía. AGROCIENCIA, vol. 49.

$$R_{net} = Q_{St,e} + Q_{St,c} + Q_{St,w} + Q_{Li,e} + F_s$$

En donde:

$R_{net} (W m^{-2})$ = Radiación neta disponible en el interior del invernadero.

$Q_{st,e} (W m^{-2})$ = Flujo de calor sensible extraído por ventilación.

$Q_{li,e} (W m^{-2})$ = Flujo de calor latente extraído por ventilación.

$Q_{st,e} (W m^{-2})$ = Flujo de calor sensible intercambiado por convección entre aire interior y la cubierta del invernadero.

$Q_{st,w} (W m^{-2})$ = Pérdida global de energía sensible a través de los muros.

$F_s (W m^{-2})$ = Flujo de calor a través del suelo. (0.3)

Figura 132. Ruiz A., López I.,Arteaga R., & Ramírez A.. (ene./feb. 2015). Ecuación de balance de energía en estado estacionario del interior de invernadero. (imagen). AGROCIENCIA, vol. 49.

Para obtener el dato de cada una de las constantes de la fórmula anterior, empezamos por el flujo de calor sensible intercambiado con el exterior por ventilación, aquí se considera la diferencia de temperatura del aire interior T_i (23 °C) y el exterior T_c (35 °C), y a la tasa de ventilación G (0.85 $m^3 s^{-1}$):

$$Q_{St,e} = K_s (T_i - T_c) = 29.4$$

$$K_s = \rho_a C_p \left[\frac{G}{A_f} \right] = 2.45$$

En donde:

$A_f (m^2)$ = Superficie del piso del nivel de la torre. (317 m^2)

$\rho_a (kg m^{-3})$ = Densidad del aire. (0.91)

$C_p (J kg^{-1} °C^{-1})$ = Calor específico del aire a presión constante. (1, 004.67)

Figura 133. Ruiz A., López I.,Arteaga R., & Ramírez A.. (ene./feb. 2015). Ecuación para el flujo de calor sensible intercambiado con el exterior por ventilación. (imagen). AGROCIENCIA, vol. 49.

Para el flujo de calor latente extraído por ventilación se considera la diferencial del contenido de vapor de agua entre el interior y el exterior y la tasa de ventilación:

$$Q_{Ll,e} = KL(H_i - H_e) \quad = 18.72$$

$$K_L = \rho_a \lambda \left[\frac{G}{A_f} \right] \quad = 0.814$$

En donde:

$A_f (\text{m}^{-2})$ = Superficie del piso del nivel de la torre. (317 m^2)

$P_a (\text{kg m}^{-3})$ = Densidad del aire. (0.91)

$\Lambda (\text{J kg}^{-1})$ = Calor latente de vaporización del agua. (334)

$H_i (\text{kg kg}^{-1})$ = Humedad específica del aire interior. (40)

$H_e (\text{kg kg}^{-1})$ = Humedad específica del aire exterior. (63)

Figura 134. Ruiz A., López I.,Arteaga R., & Ramírez A.. (ene./feb. 2015). Ecuación para el flujo de calor latente extraído por ventilación. (imagen). AGROCIENCIA, vol. 49.

Para el flujo de calor sensible intercambiado por convección entre el aire interior y la cubierta del invernadero se considera la diferencia de temperatura entre el plástico de cubierta T_c (11 °C) y la temperatura del aire interior (23 °C):

$$Q_{Si,c} = C_h \left[\frac{A_c}{A_f} \right] (T_c - T_i) \quad = 24.168$$

En donde:

$A_f (\text{m}^{-2})$ = Superficie del piso del nivel de la torre. (317 m^2)

$A_c (\text{m}^2)$ = Superficie cubierta. (0.91)

$C_h (\text{W m}^{-2} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1})$ = Coeficiente de intercambio de calor por convección entre el aire interior y el plástico de la cubierta.

$$C_h = 1.759 (T_c - T_i)^{1/3} \quad = 4.028$$

Figura 135. Ruiz A., López I.,Arteaga R., & Ramírez A.. (ene./feb. 2015). Ecuación para el flujo de calor sensible intercambiado por convección. (imagen). AGROCIENCIA, vol. 49.

La pérdida global de calor sensible se estima con:

$$Q_{Si,w} = K_c (T_i - T_e) = 16.20$$

$$K_c = a + bW_e = 1.35$$

En donde:

K_c ($W m^{-2} °C^{-1}$)= Coeficiente global de pérdida de calor sensible del invernadero a través de los muros. El coeficiente K_c es considerado como función de la velocidad del viento.

Figura 136. Ruiz A., López I.,Arteaga R., & Ramírez A.. (ene./feb. 2015). Ecuación para el flujo de calor sensible intercambiado por convección. (imagen). AGROCIENCIA, vol. 49.

donde W_e ($m s^{-1}$) es la velocidad promedio del viento exterior ($1.6 m s^{-1}$), a y b son coeficientes empíricos que deben ser estimados. Para este caso se consideraron las pérdidas a través de los muros posteriores excluyendo las aberturas de ventilación, esto es un área de muros de $63 m^2$. Cuando se considera la superficie de piso del invernadero ($A_f = 317 m^2$) como superficie unitaria, los coeficientes reportados por Boulard y Baille⁹⁸ (1993) ($a = 6$, $b = 0.5$) deben ser multiplicados por $(63/317) = 0.198$, obteniendo los siguientes valores: $a = 1.19$ y $b = 0.10$.

Sustitución en la fórmula principal del método de balance de energía:

$$R_{net} = Q_{si,e} + Q_{si,e} + Q_{si,w} + Q_{si,w} + F_S = 88.788 W m^{-2}$$

Para obtener la tasa de ventilación real se sustituyen los valores anteriores en la siguiente fórmula:

$$G = \frac{A_f(R_{net} - F_S) - A_f K_c(T_i - T_e) + (A_c / A_f)C_h(T_c - T_i)}{\rho_a C_p(T_i - T_e) + \lambda(H_i - H_e)} = 1.23 m^3 m^{-2} / s$$

Figura 137. Ruiz A., López I.,Arteaga R., & Ramírez A.. (ene./feb. 2015). Ecuación para la tasa de ventilación real. (imagen). AGROCIENCIA, vol. 49.

$$1.23 m^3 m^{-2} / s \approx 4,428 m^3 m^{-2} / h$$

$$\text{Tasa de Ventilación} = 4,428 m^3 m^{-2} / h$$

⁹⁸ Ruiz A., López I.,Arteaga R., & Ramírez A.. (ene./feb. 2015). Tasas de ventilación natural de un invernadero del centro de México estimadas mediante balance de energía. AGROCIENCIA, vol. 49.

Para comprobar si el caudal de aire del sitio es suficiente, sustituimos la tasa real de ventilación en la fórmula empleada al principio del apartado de caudal de aire requerido:

$$\text{Caudal de aire real} = \text{Tasa de Ventilación (m}^3 \text{ m}^{-2}/\text{h)} \times \text{N}^\circ \text{ de renovaciones (ren/h)}$$

$$\text{Caudal de aire real} = 4,428 \text{ m}^3 \text{ m}^{-2}/\text{h} \times 20 \text{ ren/h} = 88,560 \text{ m}^3 \text{ m}^{-2}/\text{h}$$

Caudal de Aire requerido con 60 ren/ h FAO	Caudal de Aire real con 20 ren/ h
<i>72,276 m³ m⁻²/hora</i>	88,560 m ³ m ⁻² / h

Conclusiones del Factor de Ventilación

Con el análisis anterior, se estudió la factibilidad de combinar el sistema de ventilación, dado que la ventilación natural promedio es adecuada para los requerimientos de la torre de cultivo; lo que permite un ahorro energético por los equipos de climatización propuestos en cada nivel de producción.

Adicionalmente, con el cálculo por el método de balance de energía, se observaron dos cosas:

1. Los distintos elementos de la propuesta de diseño de la torre (materiales, altura, orientación y disposición en el espacio), influyen de manera directa en los caudales de aire, y por consiguiente en el desarrollo de los cultivos.
2. La propuesta de fachada automatizada ayuda a optimizar recursos energéticos dentro de la torre.

En cuanto al control climático de los espacios, es importante notar que uno de los principios sobre esta forma de producción de alimentos es el control de sus condiciones ambientales, esto quiere decir que dado que el sistema de ventilación natural es variable a las condiciones climáticas del entorno; se propone el monitoreo de la zona de producción para complementar cuando sea necesario, con los equipos de climatización propuestos.

Factor de iluminación

Entendiendo a la iluminación natural como un elemento importante en el desarrollo de los cultivos, se proponen fachadas de cristal con orientación este-oeste en cada torre de cultivos para aprovechar de manera eficiente la luz solar. Siguiendo esta intención de diseño se realizó un análisis de la iluminación que pueda tener cada nivel de producción de la torre de cultivos. Se emplearon simulaciones 3D generadas a través del software de REVIT.

Para las simulaciones se seleccionaron 3 días del año que representan una máxima, media y mínima en relación a la posición del sol y el efecto que tiene la iluminación emitida por esto.

- 21 de junio – Solsticio de verano

Día seleccionado por la característica de que el sol alcanza su altura máxima con respecto a la bóveda celeste, representa más horas de luz durante el día (para la ciudad de México).

- 22 de septiembre – Equinoccio otoñal

El sol se ubica exactamente arriba del Ecuador, haciendo que haya el mismo número de horas entre el día y la noche (para la ciudad de México).

- 21 de diciembre – Solsticio de invierno

El sol alcanza su punto más bajo con respecto a la bóveda celeste, hay menos horas de luz durante el día (para la ciudad de México).

Se seleccionaron estos días prueba para definir las estrategias o el plan de acción según la luz proyectada en el interior de la torre durante el día, una vez conociendo las horas de iluminación natural eficiente, se determinará si es necesario implementar el sistema de luminarias especiales y de ser así, las horas de funcionamiento que tendrán. El objetivo principal es establecer un balance de horas de iluminación natural y/o artificial, según sea el caso durante el día, buscando ante todo cumplir con los requerimientos de luz de los cultivos.

En las siguientes imágenes, se observa de manera gráfica, el recorrido del sol y como interactúa con el volumen de la torre de cultivos. A continuación, se detallan las observaciones de los días seleccionados.

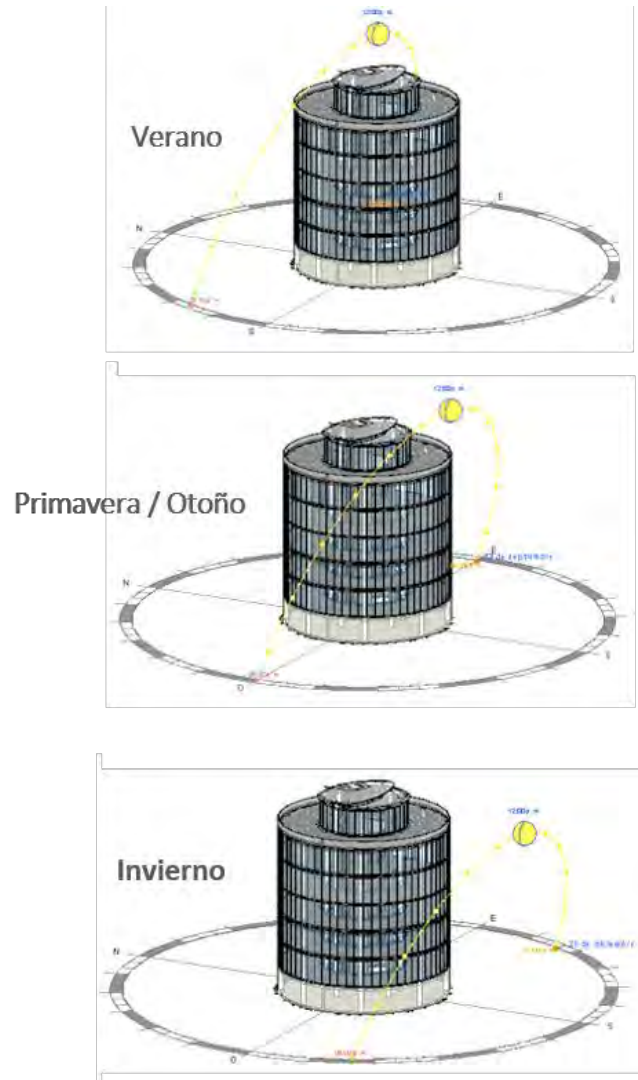


Figura 138. Simulación REVIT del recorrido del sol en los días seleccionados.

- Estudio del día de 21 de junio, solsticio de verano.

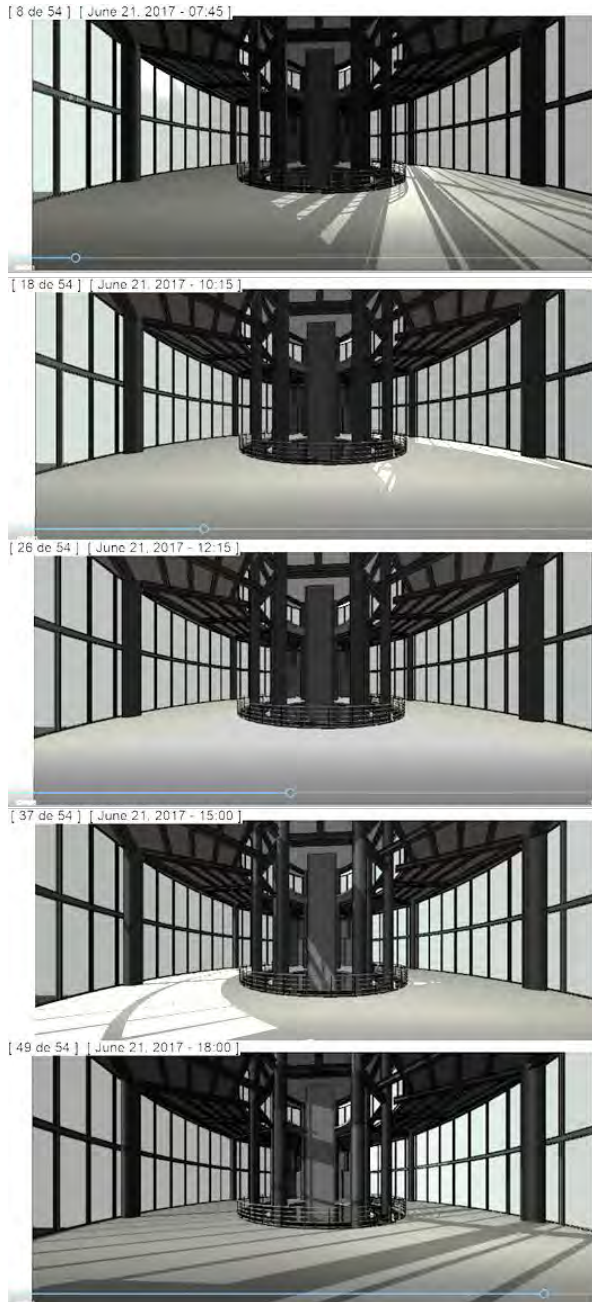


Figura 139. Simulación de la iluminación en el interior de la torre de cultivos, 21 de junio. (ver video de simulación en carpeta de archivos digitales).

En la siguiente simulación se observan las horas de incidencia solar de la torre, siendo algunas horas de la mañana y de la tarde (después de las 13:00 hrs.), lo que nos lleva a completar los requerimientos de luz con el sistema de luminaria PHILIPS GreenPower LED toplighting (ver apartado instalaciones).

La siguiente tabla muestra una propuesta de las horas en que se utilizará el sistema de luminarias y las horas en que podemos depender de la iluminación natural.

HORA	ILUMINACIÓN
6:00	
7:00	
8:00	
9:00	
10:00	
11:00	
12:00	
13:00	
14:00	
15:00	
16:00	
17:00	
18:00	
19:00	
20:00	
21:00	

Tabla 10. Propuesta del manejo de la iluminación en los niveles de producción (solsticio de verano).

- Estudio del día de 22 de septiembre, equinoccio de otoño.

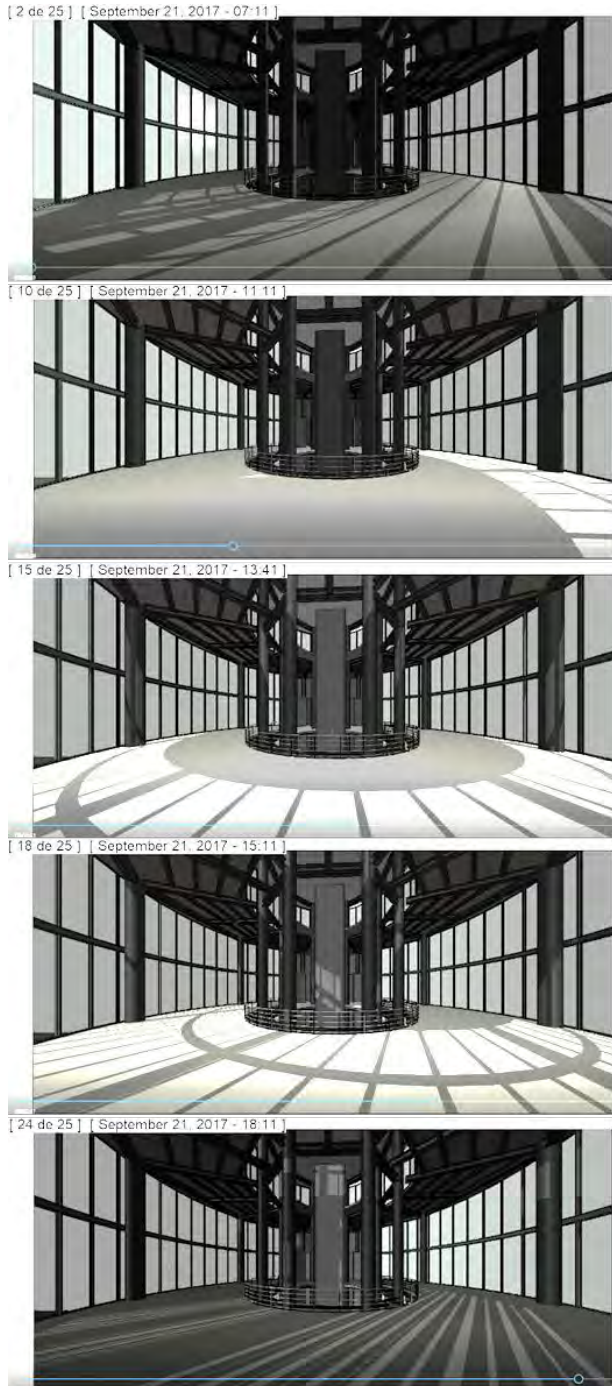


Figura 140. Simulación de la iluminación en el interior de la torre de cultivos, 22 de septiembre. (ver video de simulación en carpeta de archivos digitales).

La inclinación del sol en este día permite la entrada de mayor luz solar en la torre de cultivos, teniendo una ganancia de aproximadamente una o dos horas en comparación con solsticio de verano. Las horas con ganancia de iluminación natural tienen un impacto positivo en el ahorro energético de los equipos de iluminación artificial. La propuesta del manejo de horas de iluminación para este día es la siguiente.

HORA	ILUMINACIÓN
6:00	
7:00	
8:00	
9:00	
10:00	
11:00	
12:00	
13:00	
14:00	
15:00	
16:00	
17:00	
18:00	
19:00	
20:00	
21:00	

Tabla 11. Propuesta del manejo de la iluminación en los niveles de producción (equinoccio de otoño).

- Estudio con el día de 21 de diciembre, solsticio de invierno.

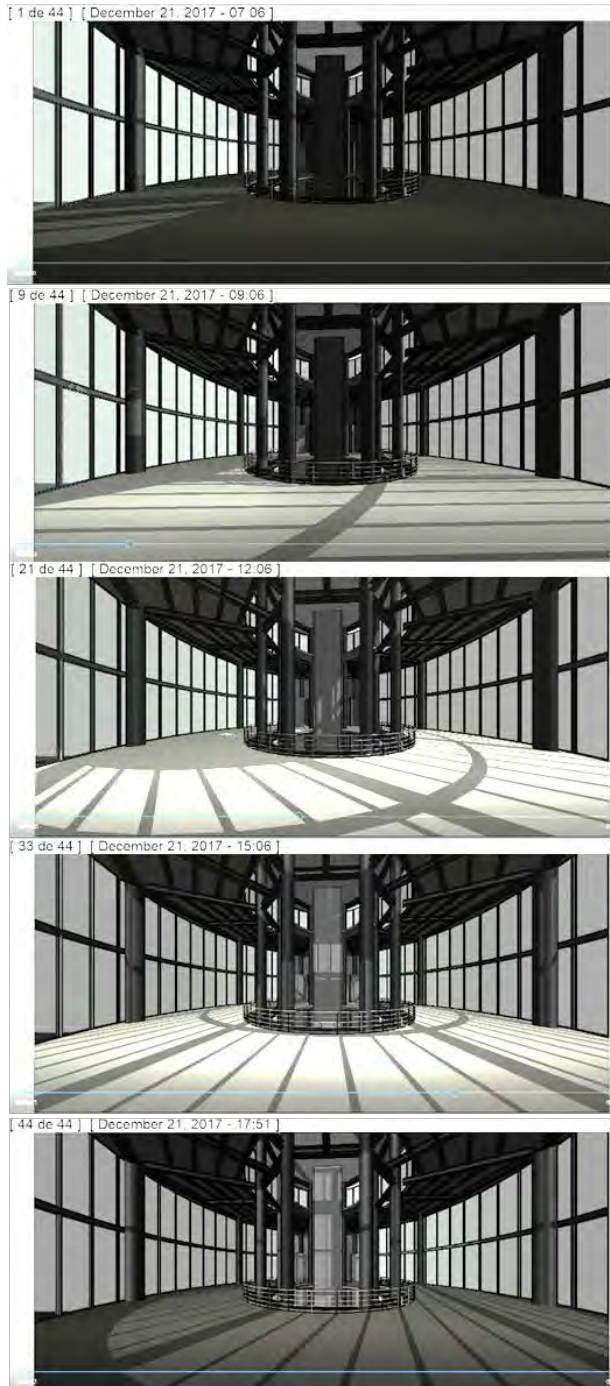


Figura 141. Simulación de la iluminación en el interior de la torre de cultivos, 21 de diciembre. (ver video de simulación en carpeta de archivos digitales).

Para este día, la inclinación del sol favorece las ganancias de iluminación dentro de la torre. En comparación con los días anteriormente analizados, se obtienen más horas de iluminación solar a lo largo del día.

HORA	ILUMINACIÓN
6:00	
7:00	
8:00	
9:00	
10:00	
11:00	
12:00	
13:00	
14:00	
15:00	
16:00	
17:00	
18:00	
19:00	
20:00	
21:00	

Tabla 12. Propuesta del manejo de la iluminación en los niveles de producción (solsticio de invierno).

Conclusiones del Factor de Iluminación

Las simulaciones hechas en REVIT nos permiten comprender mejor a nivel teórico, las horas del día en que los cultivos dentro de la torre, contarían con iluminación natural suficiente.

Es importante considerar que, debido a la naturaleza del proyecto en cuanto a control óptimo de calidad, habrá variaciones del tiempo a lo largo del año, donde el plan de acción se plantea con el monitoreo constante de la zona de producción; lo que da pie al funcionamiento del sistema de luminarias para cultivo PHILIPS GreenPower accionadas mediante sensores de luz (luxómetros) automáticos.

Esto va de la mano con el sistema de fachada automatizada en cuanto a la utilización de tecnologías especializadas aplicadas al diseño arquitectónico.

Factor de temperatura

Las actividades de la edificación están dedicadas principalmente a los cultivos, por lo que el manejo de la temperatura al interior de la torre se enfoca en el generar y mantener las condiciones de desarrollo de los mismos; las investigaciones previas que se realizaron para el planteamiento del tipo de plantas que se producirían, determinaron que, las temperaturas que requieren dichos cultivos (21°-23° C), no representan diferencias considerables que difieran de la temperatura de confort de las personas que vayan a interactuar en los espacios de la torre de cultivos

Se realizó un estudio térmico básico para observar el comportamiento térmico de los materiales y otros elementos de la propuesta arquitectónica, al cual, se integró el efecto climático del entorno y su impacto en la edificación. Con esto se desarrollaron estrategias que logren un control ambiental adecuada para los cultivos.

Para realizar el estudio, son necesarios los siguientes datos:

- Localización: latitud, longitud y altitud.
- Día de cálculo: día que se escogió para tomar en cuenta las condiciones climatológicas del mismo. Se utilizarán los 3 días que se analizaron en el estudio de iluminación.
- Datos de la temperatura del sitio: se toma como referencia los datos de las temperaturas registradas según el día escogido.
- Datos del viento: velocidad y dirección.
- Datos del elemento arquitectónico que se someterá al estudio: longitud, anchura, altura, área, volumen.
- Materiales de la edificación, propiedades térmicas de los materiales usados en muros, pisos, ventanas y techos.

- Usuarios: número de personas que ocupan el local, actividad que realizan y la energía en watts que producen al realizar dicha actividad.
- Iluminación y equipos: número de equipos de iluminación y equipos complementarios, así como la energía en watts que generan en total.
- Horas de uso de luminarias y equipos: las horas de funcionamiento de las luminarias están relacionadas a lo establecido en el estudio de iluminación que se mostró anteriormente.
- Ganancia solar: los datos que aquí se registran corresponden al impacto energético-térmico que habrá en el área total de ventanas y muros en cada una de las fachadas del edificio (norte, sur, este y oeste).

Al igual que con el análisis de iluminación, el estudio térmico toma en cuenta tres días a analizar, 21 de junio, 22 de septiembre y 21 de diciembre, estos días están relacionados al cambio estacional del año y mostrarán que tanta variación de temperatura hay en estos días. Como resultado se muestra una gráfica con líneas de distintos colores, estas representan las temperaturas de distintos elementos que forman parte del proyecto, temperatura exterior, temperatura interior y temperatura óptima para los cultivos.

Con base en los resultados, se puede establecer cuando se deberían poner en funcionamiento los equipos de climatización para el control de la temperatura dentro de las zonas de cultivo.

- Gráfica de 21 de junio.

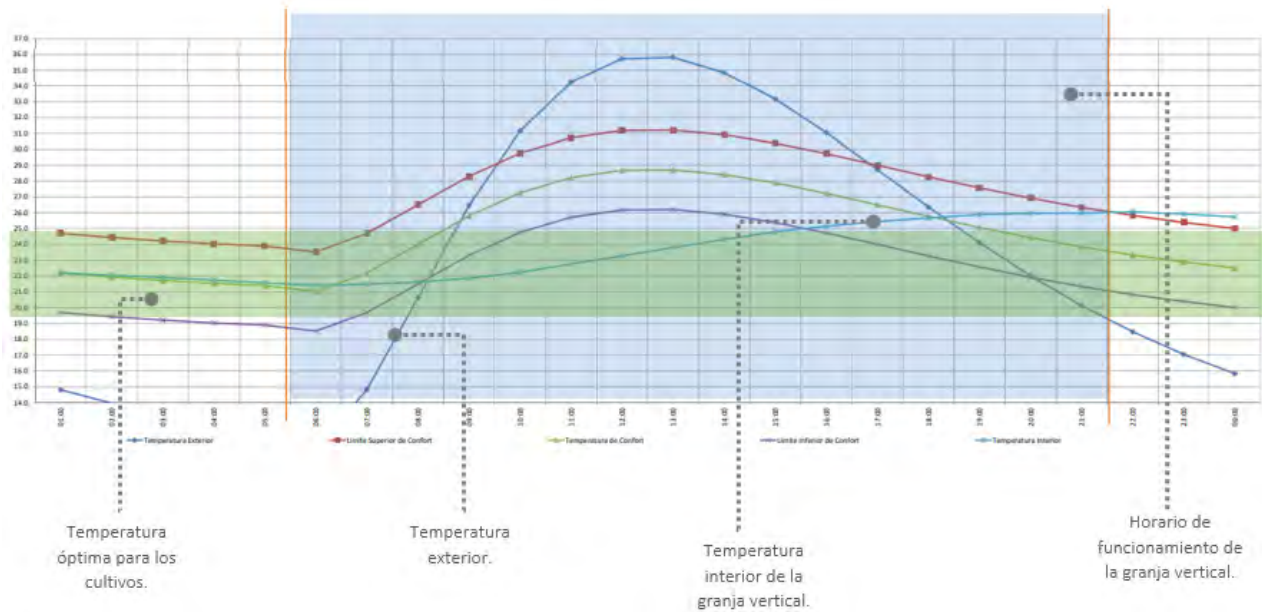


Figura 142. Gráfica del estudio térmico para el día 21 de junio (solsticio de verano).

La gráfica muestra en el día 21 de junio, las horas en las que la temperatura interior del edificio está en un nivel óptimo para el desarrollo de los cultivos, aún con las luminarias y equipos complementarios en funcionamiento, la gráfica arroja que, de las 24 horas del día, 15 pueden mantener un ambiente óptimo por los materiales y elementos que conforman la propuesta formal. El periodo óptimo abarca desde las 1:00 hrs. hasta las 15:00 hrs, en este periodo de tiempo se propone:

- Para antes de las 15:00 hrs., mantener cerrada la fachada automatizada con los equipos de climatización en funcionamiento.
- Después de las 15:00 hrs., abrir la fachada automatizada para enfriar el interior de la torre.

La flexibilidad de la fachada automatizada permite jugar con los periodos de su funcionamiento, ya que, se puede usar para enfriar o calentar la zona de producción según las condiciones climáticas externas.

- Gráfica de 22 de septiembre.

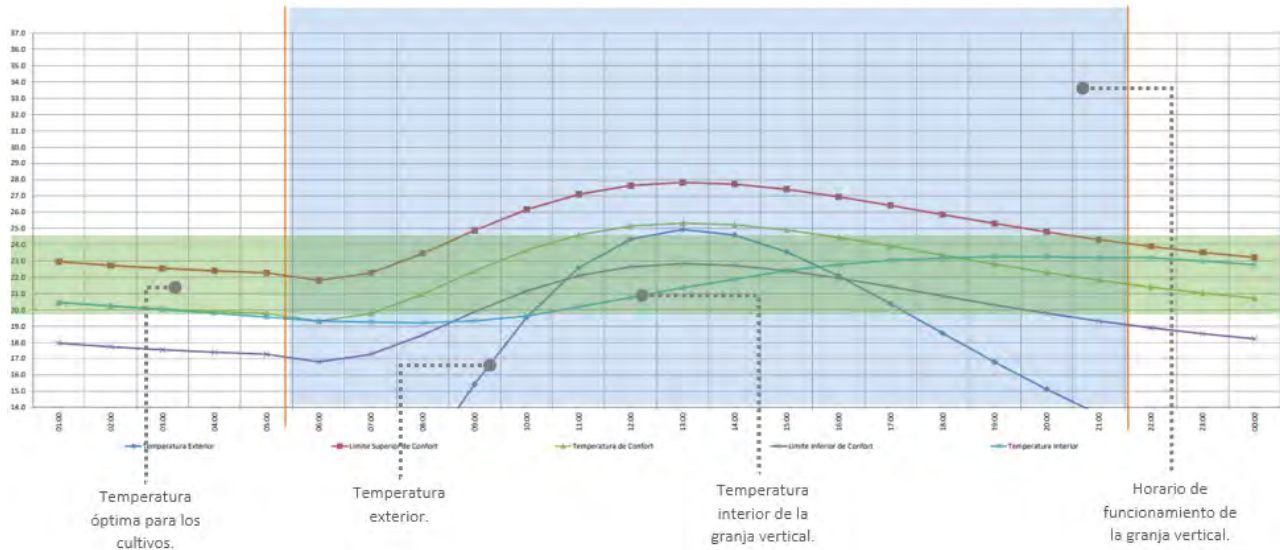


Figura 143. Gráfica del estudio térmico para el día 22 de septiembre (equinocio de otoño).

La gráfica muestra en el día 22 de septiembre que, de las 24 horas del día, 20 conservan un ambiente óptimo para los cultivos, los periodos óptimos van de las 1:00 a 5:00 hrs y de las 10:00 a las 00:00 hrs, con esto se propone:

- Que en las horas donde la temperatura exterior cumple los requerimientos de los cultivos (periodo de 6:00 a 10:00 hrs), se active la fachada automatizada permitiendo el ahorro energético generado por los sistemas de climatización.
- La torre de cultivos puede permanecer cerrada todo el día, ya que las horas fuera del margen óptimo, no representan riesgo crítico en el desarrollo de los cultivos, las temperaturas críticas están en los 30°C como máximo y 6°C como mínimo.

NOTA: Las condiciones climáticas son variables y depende del monitoreo constante de las condiciones internas y externas de la granja vertical, de ello dependerá cómo se disponen los recursos de la propuesta arquitectónica.

- Grafica de 21 de diciembre.

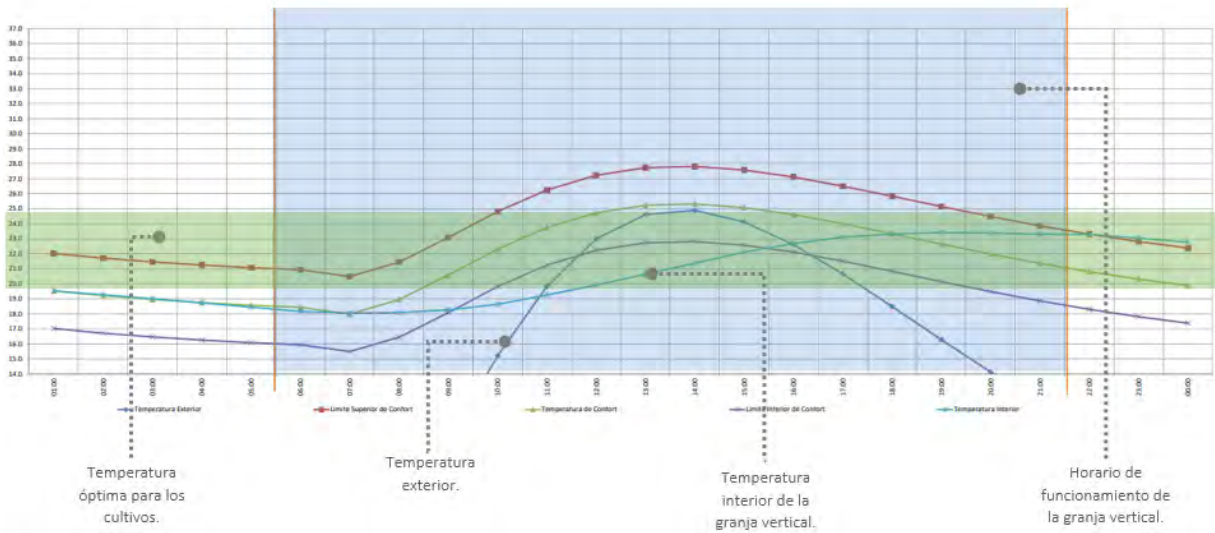


Figura 144. Gráfica del estudio térmico para el día 21 de diciembre (solsticio de invierno).

La gráfica muestra en el día 21 de diciembre que, de las 24 horas del día, 13 conservan un ambiente óptimo para los cultivos, los periodos óptimos van de 13:00 hrs a 00:00 hrs. Lo que hace que el 21 de diciembre sea el día con menos horas óptimas para los cultivos en relación con las condiciones del entorno. Esto provoca que el consumo energético aumente por la activación de los equipos de climatización a lo largo del día. Se propone:

- La temperatura exterior es baja en los periodos de 1:00 a 11:00 hrs y 18:00 a 00:00 hrs, por lo tanto, la fachada automatizada deberá permanecer cerrada para evitar pérdidas térmicas que afecten los cultivos y a la par estarán activos los equipos de climatización.
- Abrir la fachada en las horas en que la temperatura exterior está en un margen óptimo para los cultivos, este periodo va de las 11:00 a las 17:00 hrs, esto generará un ahorro en el consumo energético.

Conclusiones del Factor de Temperatura

El análisis térmico general que aquí se desarrolló muestra que los materiales de la propuesta arquitectónica, son viables en el objetivo de establecer condiciones térmicas internas adecuadas para la producción de alimentos. Estos elementos ofrecen parámetros que sirven como punto de partida para el entendimiento de la torre de cultivos como genero de edificio, ya que los elementos y equipos que consiguen un control en la temperatura adecuada para el proceso de producción, marcan los índices del gasto energético que requiere la torre de cultivos, y su posición con respecto a otros géneros de edificio.

Si bien de acuerdo con los resultados de una participación multidisciplinaria extensa, los elementos y equipos requeridos en la torre pueden variar, alterando los resultados de los estudios hechos; para fines del presente trabajo, se toman únicamente los elementos arquitectónicos establecidos con anterioridad.

ANÁLISIS DE CONSUMO ENERGÉTICO

Para tener un parámetro del consumo energético de cultivos en ambientes controlados, se hizo un análisis sobre los principales equipos que tienen impacto directo en el desarrollo de los cultivos, tomando en cuenta el número de equipos en cada nivel, el consumo de cada uno y las horas en que estarán activos durante el día. Con esto se pretende obtener un indicador sobre el consumo energético que requiere este tipo de edificaciones.

EQUIPOS DEL NIVEL SÓTANO

Los principales equipos en este nivel son:

- Motobomba EVANS 5HP.

De acuerdo con los datos obtenidos del criterio de instalaciones, se proponen dos motobombas para abastecer los cuatro niveles de producción de la torre de cultivos y dos equipos extra en caso de emergencia, mantenimiento o descompostura de alguna de las motobombas principales. Se calcula que el tiempo de funcionamiento de estos equipos ronde entre las 3-5 hrs. al día, ya que el sistema de riego por goteo no necesita un flujo constante de agua (véase ANEXO, tabla 1).

Cada HP de potencia equivale a 735 W de consumo, por lo tanto, el modelo seleccionado genera (5HP x 735W) 3,675 Wh (watts hora), y siendo dos equipos totales en el nivel de sótano, obtenemos el total de: 7,350 Wh

Para obtener las horas al día en que el equipo esté en funcionamiento, se requieren los siguientes datos:

Capacidad de agua de almacenamiento de los muebles de cultivo: Cada mueble almacena 25 lts, cada nivel cuenta con 27 muebles, por lo tanto, cada nivel requiere 675 lts. Si tenemos 4 niveles de cultivos, los litros que requiere la torre son los siguientes = 2,700 lts.

Capacidad del estanque de solución nutritiva = $40.1 \text{ m}^3 \approx 40,100 \text{ lts}$.

Capacidad de flujo de agua de motobombas = 210 lpm.

Como se puede observar la capacidad del estanque de solución nutritiva, cumple con los requerimientos de abastecimiento de los muebles de cultivo diarios; si cada bomba tiene un flujo de 210 lpm, por las dos motobombas tenemos un flujo de 420 lpm y el tiempo para abastecer todos los muebles de cultivo de la granja es de acuerdo al siguiente cálculo:

$$2,700 \text{ lts} / 420 \text{ lpm} = 6.42 \text{ minutos}$$

Los tanques integrados en los muebles de cultivo necesitan llenarse dos veces al día aproximadamente, por lo que el tiempo máximo de funcionamiento de las motobombas oscila los 15 minutos. Para cubrir las variaciones en tiempo de funcionamiento que puedan surgir a lo largo del día y para fines del análisis del gasto energético total de la torre de cultivos, se conserva el dato del gasto total por día: 7,350 W/día.

- Filtro UV.

Los equipos de rayos UV representan el último filtro donde el agua recolectada es tratada a partir de rayos UV, eliminando en alto porcentaje impurezas que pueden quedar después del filtro de los estanques de arena, y así optimizar el grado de efectividad en la solución nutritiva de los cultivos. Al igual que con las motobombas, se proponen dos equipos de filtros UV, los equipos están directamente relacionado con el tiempo de funcionamiento de las motobombas 3-5 horas al día, ya que forman parte de un sistema que integra el riego y el tratamiento de agua (véase ANEXO, tabla 2).

Siendo que cada equipo consume 165 W, el consumo total por los dos equipos será de: 330 Wh.

Para obtener las horas al día en que el equipo esté en funcionamiento, se requiere saber cuánta agua puede mover el equipo de filtro UV de los estanques de tratamiento, para ello se obtienen los siguientes datos:

$$\text{Capacidad Estanque 1} = 23.4 \text{ m}^3 \approx 23,400 \text{ lts.}$$

Capacidad Estanque 2 = $3.6 \text{ m}^3 \approx 3,600 \text{ lts}$.

Capacidad de flujo de agua de filtro UV = 136.30 lpm.

Agua requerida para los cultivos = 2,700 litros.

Los estanques de tratamiento tienen la capacidad necesaria para llevar agua al estanque de solución nutritiva. Si los muebles de cultivo requieren 2,700 lts \approx 3,000 lts, los filtros UV pueden mover esa cantidad de los 3,600 lts de capacidad del estanque 2. Para conocer el tiempo en que los filtros UV tardaran en mover el agua necesaria para los cultivos, tenemos:

$136.30 \text{ lpm de flujo de agua por cada equipo} \times 2 \text{ equipos} = 272.6 \text{ lpm}$

$3,000 \text{ lts} / 272.6 \text{ lpm} = 11.005 \text{ minutos}$

Los filtros UV necesitan de 11 a 15 minutos para mover el agua suficiente al estanque de solución nutritiva. Para cubrir las variaciones en tiempo de funcionamiento que puedan surgir a lo largo del día y para fines del análisis del gasto energético total de la torre de cultivos, se conserva el dato del gasto total por día: 330 W/día

- Lámpara LED de doble tubo.

Para el nivel de sótano (-4.00 m), el sistema de lámparas de doble tubo, estará en funcionamiento el tiempo en que la torre de cultivos opere (véase ANEXO, figura 1).

Cada luminaria consume 38 W y en el nivel sótano se proponen 30 luminarias, esto nos da un total en consumo energético de: 1,140 Wh.

Para obtener las horas al día en que el equipo esté en funcionamiento, se requieren los siguientes datos:

Watts totales de las 30 luminarias = 1,140 Wh.

Horas aproximadas de operatividad de la torre de cultivos en el día = 14 hrs.

Tenemos:

$$1,140 \text{ Wh} \times 14 \text{ hrs} = 15,960 \text{ W}$$

Las luminarias del nivel sótano funcionarán por un periodo de 14 horas al día aproximadamente, esto da como resultado un consumo diario de: 15,960 W/día.

- Montacargas.

El tiempo de funcionamiento del montacargas a lo largo de día depende en gran medida a las actividades que realice el personal con mayor frecuencia, mantenimiento, trasplante, riego, cosecha, etc., por lo tanto, se estableció un tiempo de funcionamiento promedio para el gasto energético de este equipo. Primero se obtuvo el gasto por hora según el modelo y sus especificaciones:

Para el caso del proyecto, la medida de la cabina será de 2mx2m y el motor será de 5 HP, cabe señalar que la altura de recorrido puede ser modificada sobre diseño (véase ANEXO, figura2).

Por lo tanto, el consumo de este equipo es de 3.73 kWh, equivalente a: 3,730 Wh.

Para obtener las horas al día en que el equipo esté en funcionamiento, se requieren los siguientes datos:

Personal por torre de cultivo = 5 personas.

Usos aproximados del montacargas por persona = 2(salida y entrada) + 14 (monitoreo por hora) + 10 (transporte de cosechas) = 26 usos.

Tiempo de desplazamiento del montacargas por los 5 niveles de la granja = 20 segundos.

Si el montacargas tiene 26 usos diarios aproximados por persona, tenemos:

$$26 \text{ usos de montacargas} \times 5 \text{ personas} = 130 \text{ usos diarios del equipo}$$

130 usos diarios x 20 seg. = 2,600 seg. \approx 43.3 minutos

Con este criterio se plantea que el tiempo de funcionamiento diario del montacargas sea de 1 hora, por lo tanto, su consumo diario es de: 3,730 W/día.

EQUIPOS DEL NIVEL PLANTA BAJA / TIPO

Los principales equipos en este nivel son:

- Montacargas: 3,730 W/día.
- Luminarias PHILIPS GreenPower LED toplighting.

La luminaria está hecha especialmente para el sector de agricultura, ya que el tipo de luz que emite ayuda al proceso de desarrollo de los cultivos. Las horas de funcionamiento son variables según las condiciones de la iluminación natural, para esto las luminarias funcionarán con sensores de luz que activen o desactiven los equipos según la cantidad de luxes dentro de la torre (véase ANEXO, figura 1).

Cada nivel tiene 32 luminarias (ver cálculo en apartado instalación eléctrica), para el consumo total de Wh se tomará en cuenta la cantidad de luminarias por nivel y 210 watts de consumo de cada una según la ficha técnica del equipo, el total de Wh por nivel de producción es de: 6,720 Wh.

Para obtener las horas al día en que el equipo estará en funcionamiento, se requieren los siguientes datos:

Promedio de horas de sombra dentro de la torre, según el modelo de Revit = 7hrs (Se toma un dato mayor, ya que no se cuenta con la medición de luxes exacta para cada nivel de cultivos).

Watts/h de las 32 luminarias en cada nivel de cultivos = 6,720 Wh.

Si las luminarias se activan por un periodo de 7 horas para completar el requerimiento de luxes de las plantas:

$$6,720 \text{ Wh} \times 7 \text{ hrs} = 47,040 \text{ W}$$

En un día, las luminarias consumen 47,040 W/día.

- Minisplit Rheem tipo cassette.

Como se describe en el criterio de climatización, este equipo tiene la función de mantener una temperatura adecuada dentro de los cultivos y una ventilación constante cuando la fachada automatizada permanece cerrada. Está relacionado directamente al funcionamiento de la fachada automatizada, pues entre ambos debe existir una coordinación que permita tener un ambiente apto y controlado para los cultivos. Dicho equipo incluye una condensadora, la cual también se considera en el análisis del consumo energético (véase especificaciones en ANEXO, tabla 3 y 4).

Cada nivel de cultivos en la torre tiene tres minisplit tipo cassette y una condensadora. Cada minisplit consume 14,064 W, lo que equivale a 42,192 Wh totales en cada nivel de producción. La condensadora consume 264 Wh.

Para obtener las horas al día en que el equipo esté en funcionamiento, se requieren los siguientes datos:

La primera es la combinación de fachada automatizada y equipos de climatización, donde se consideran las horas de funcionamiento de los minisplit con relación a las horas de funcionamiento de la fachada automatizada; se considera que los equipos estén en funcionamiento las 24 hrs y se activen solo cuando el sistema automatizado de fachada este inactivo (la torre totalmente cerrada). Para ello se recurrirá a los datos obtenidos en el estudio térmico presentado con anterioridad, buscando que la temperatura oscile entre los 20-24°C y haya flujo constante de ventilación. Para cumplir dichos parámetros, los equipos necesitan funcionar en promedio al día = 18 hrs.

La segunda propuesta, parte de eliminar el sistema automatizado de fachada y depender únicamente de los equipos minisplit para el control de climatización de los cultivos. Para este caso los equipos funcionarán = 24 hrs.

Watts/h de los tres equipos minisplit propuestos en el criterio de climatización = 42,192 Wh

Watts/h del equipo de condensadora (las horas de funcionamiento están relacionadas con el equipo minisplit, por lo tanto, serán lo mismo) = 264 Wh.

Para el primer criterio donde se combina el sistema de minisplits con el sistema de fachada automatizada se tiene:

Minisplits: $42,192 \text{ Wh} \times 18 \text{ hrs} = 759,456 \text{ W/día}$.

Condensadora: $264 \text{ Wh} \times 18 \text{ hrs} = 4,752 \text{ W/día}$.

El gasto energético total de los equipos de climatización será de = 764, 208 W/día.

Para el segundo criterio donde se depende únicamente del sistema de minisplits tenemos:

Minisplits: $42,192 \text{ Wh} \times 24 \text{ hrs} = 1,012,608 \text{ W/día}$.

Condensadora: $264 \text{ Wh} \times 24 \text{ hrs} = 6,336 \text{ W/día}$.

El gasto energético total de los equipos de climatización será de = 1,018,944 W/día

- Mueble de cultivo

Los muebles de cultivo están enfocados en una producción vertical, esto permite ahorrar superficie por cada nivel de la torre optimizando circulaciones, monitoreo, mantenimiento y actividades relacionadas con la producción de alimentos. El equipo tiene integrada una motobomba que riega las plantas por sistema de aspersión, repartiendo los nutrientes de manera homogénea y ahorrando agua en el proceso (véase ANEXO, figura 3).

Cada mueble consume 16 Wh y se propone que esté en funcionamiento las 24 horas del día. En cada nivel de cultivo hay 27 muebles, por lo tanto, cada nivel de producción tendrá un consumo energético de: 432 Wh.

Para obtener el gasto energético de los muebles de cultivo por día, se requieren los siguientes datos:

Watts/h totales de todos muebles por nivel = 432 Wh.

Horas de funcionamiento de la motobomba. Para este dato se toma como referencia un sistema aeropónico, el cual indica que el riego dura aproximadamente 1 minuto, después de eso se debe esperar 4 minutos para que las raíces de las plantas puedan procesar los nutrientes, pasado ese tiempo se volverá a activar el riego por 1 minuto y así sucesivamente. Contemplando esto, tenemos que, en una hora el equipo trabaja 12 minutos y 48 minutos permanece en reposo. Si los muebles operan 24 horas, el tiempo en que la bomba funciona es de 288 minutos equivalentes a 4.8 hrs al día.

Con estos datos tenemos el consumo energético por día:

$$432 \text{ Wh} \times 4.8 \approx 5 \text{ hrs} = 2,160 \text{ W/día.}$$

- Fachada Automatizada.

Dado que no se contempla un modelo prefabricado con las mismas características de fachada que se plantea en la propuesta arquitectónica, se consideraron como referencia el gasto energético de varios sistemas de automatización, sistemas como los de puertas automatizadas o ventanas con un motor en cada hoja de vidrio.

Se propone un sistema de muro móvil automatizado, el sistema se adaptará a la fachada del proyecto. El sistema tiene un rango de operatividad de 24 horas y según los datos obtenidos del estudio térmico, se podrá determinar las horas en que es recomendable activar este sistema. El consumo energético aproximado se obtendrá con los datos de la corriente de alimentación (volts y amperaje) del sistema (véase ANEXO, figura2).

El consumo por nivel del equipo está dado por voltaje(230V) x amperaje (13A), esto nos da un total de: 2,990 Wh.

Para obtener las horas al día en que el equipo esté en funcionamiento, se requieren los siguientes datos:

Watts/h del sistema automatizado de muro corredizo = 2,990 Wh.

Tiempo de funcionamiento del sistema. Este dato está relacionado con el análisis de los equipos de minisplitt El rango de operatividad es de 24 horas, y los minisplits ocupan 18 de las mismas, el sistema de muro corredizo funcionara las 6 horas restantes a lo largo del día

Con estos datos se tiene: $2,990 \text{ Wh} \times 6 \text{ hrs} = 17,940 \text{ W/día}$.

ANÁLISIS DEL CONSUMO ENERGÉTICO POR DÍA

Teniendo la información necesaria de los equipos que operan en la torre de cultivos, se realizó un análisis del consumo energético aproximado por día en relación a las horas de funcionamiento de cada equipo propuesto. A l igual se proponen dos casos distintos con el objetivo de comparar la eficiencia del sistema automatizado de fachada, o en su caso, prescindir de él y depender de sistemas de climatización mecánica únicamente (calefacción, refrigeración, ventilación).

- 1- La primera propuesta se hizo tomando en cuenta el sistema automatizado de fachada de la torre de cultivos, esto conlleva a que algunos equipos de climatización funcionen menos horas según lo muestre el análisis de térmico.
- 2- La segunda propuesta constó de eliminar la opción de fachada automatizada y mantener la torre de cultivos cerrada, dependiendo únicamente de sistemas mecánicos de climatización.

ANÁLISIS DE CONSUMO ENERGÉTICO			
EQUIPO	WATTS/HORA (Wh)	UNIDADES	TOTAL Wh
SÓTANO			
Motobomba EVANS 5 HP	3,675	2	7,350
Filto UV EVANS	165	2	330
Lámpara LED de doble tubo	38	30	1,140
Montacargas TecnoRampa	3,730	2	7,460
Contactos	100	10	1,000
TOTAL	7,708		17,280
NIVEL CULTIVOS			
Montacargas TecnoRampa	3,730	2	7,460
Lámpara PHILIPS LED	210	32	6,720
Minisplit RHEEM tipo cassette	14,064	3	42,192
Condensadora	264	1	264
Muebles de cultivo	16	27	432
Fachada automatizada	2,990	1	2,990
Contactos	100	10	1,000
TOTAL	21,374		61,058
TOTAL X 4 NIVELES DE CULTIVO	85,496		244,232
TOTAL DE LA TORRE DE CULTIVOS	93,204		261,512

Tabla 13. Consumo energético de los equipos de la torre de cultivos.

El edificio tiene un gasto por hora de 93, 204 Wh, equivalente a un total de 261.512 kWh.

Análisis energético: PROPUESTA 1 (con sistema de fachada automatizada).

ANÁLISIS DE CONSUMO ENERGÉTICO			
EQUIPO	WATTS/HORA (Wh)	HORAS/DÍA	TOTAL W/día
SÓTANO			
2 Motobomba EVANS 5 HP	7,350	1	7,350
2 Filtro UV EVANS	330	1	330
30 Lámpara LED de doble tubo	1,140	14	15,960
2 Montacargas TecnoRampa	7,460	1	7,460
Contactos	1,000	14	14,000
TOTAL	17,280		45,100
NIVEL CULTIVOS			
2 Montacargas TecnoRampa	7,460	1	7,460
32 Lámpara PHILIPS LED	6,720	7	47,040
3 Minisplit RHEEM tipo cassette	42,192	18	759,456
1 Condensadora	264	18	4,752
27 Muebles de cultivo	432	5	2,160
1 Fachada automatizada	2,990	6	17,940
Contactos	1,000	14	14,000
TOTAL	61,058		852,808
TOTAL X 4 NIVELES DE CULTIVO	244,232		3,411,232
TOTAL DE LA TORRE DE CULTIVOS	261,512		3,456,332

Tabla 14. Consumo energético de la propuesta 1.

Análisis energético: PROPUESTA 2 (sin fachada automatizada).

ANÁLISIS DE CONSUMO ENERGÉTICO			
EQUIPO	WATTS/HORA (Wh)	HORAS/DÍA	TOTAL W/día
SÓTANO			
2 Motobomba EVANS 5 HP	7,350	1	7,350
2 Filtro UV EVANS	330	1	330
30 Lámpara LED de doble tubo	1,140	14	15,960
2 Montacargas TecnoRampa	7,460	1	7,460
Contactos	1,000	14	14,000
TOTAL	17,280		45,100
NIVEL CULTIVOS			
2 Montacargas TecnoRampa	7,460	1	7,460
32 Lámpara PHILIPS LED	6,720	7	47,040
3 Minisplit RHEEM tipo cassette	42,192	24	1,012,608
1 Condensadora	264	24	6,336
27 Muebles de cultivo	432	5	2,160
Contactos	1,000	14	14,000
TOTAL	58,068		1,089,604
TOTAL X 4 NIVELES DE CULTIVO	232,272		4,358,416
TOTAL DE LA TORRE DE CULTIVOS	249,552		4,403,516

Tabla 15. Consumo energético de la propuesta 2.

COMPARATIVA

Propuesta 1 3,456,332 W/día 3,456.332 KW/día	Propuesta 2 4,403,516 W/día 4,403.516 KW/día
Diferencia de 953.52 KW/día	

Tabla 16. Comparativa de resultados de gasto energético.

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Para ampliar la aportación del análisis del consumo energético, se consideró importante referenciar los resultados obtenidos en el apartado anterior, con estándares de algunas certificaciones actuales de sustentabilidad; que nos permitan tener un marco de referencia acerca del consumo energético, generando un punto de partida para plantear modificaciones, nuevos elementos o continuar con la optimización de proyectos que se desarrollen a futuro.

Se compararon los resultados del consumo energético con los valores de la certificación Passivhouse, se escogió esta certificación ya que su enfoque principal está en los edificios que cuenten con gran aislamiento térmico, un riguroso control de infiltraciones, y una máxima calidad del aire interior, valores que empatan con la naturaleza del proyecto y son indispensables en la producción de cultivos.

Se tomó en cuenta el criterio Passivhouse para edificios no residenciales:

1. **Criterios de evaluación para obtener la certificación *)**
 - Calefacción**
 - Demanda específica de calefacción $\leq 15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
 - o alternativamente:* carga de calefacción $\leq 10 \text{ W}/\text{m}^2$
 - Refrigeración**
 - Demanda de refrigeración total **) $\leq 15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
 - Energía Primaria**
 - Demanda total específica de energía primaria **) $\leq 120 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
 - Hermeticidad**
 - Valor n_{50} en el test de presurización $\leq 0.6 \text{ h}^{-1}$

Figura 145. Criterios para la certificación Passivhouse. Recuperado de Pasivhouse Institut (2017) (Tabla) Edificio Passivhouse certificado, Criterios de certificación para edificios no residenciales según el estándar Passivhouse.

La certificación entiende como energía primaria la demanda de energía para calefacción, refrigeración, agua caliente, ventilación, electricidad auxiliar, iluminación y todos los demás usos de la energía eléctrica. Plantea que los límites establecidos anteriormente para la demanda de energía primaria se apliquen a escuelas y edificios con patrones de utilización similares. Estos valores se usan como base, aunque pueden ser ajustados de acuerdo al uso del edificio. En casos concretos en los que existen grandes cargas internas de calor, los valores pueden ser excedidos después de consultar con el Passivhouse Institut. En esos casos se debe probar el uso eficiente de la energía eléctrica⁹⁹.

Tomando esto en cuenta, se hizo la comparación del consumo energético que la torre produce en ambas propuestas.

- PROPUESTA 1

Datos Forma 1:

$$\text{KWh} = 3,456.33 \text{ KWdía} / 24 \text{ hrs} = 144.01 \approx 145\text{KWh}$$

$$\text{m}^2 \text{ de la torre de cultivos} = 1,710 \text{ m}^2$$

$$\text{Tenemos: } (145 \text{ KWh} / 1,710 \text{ m}^2) \times 365 \text{ días} = 30.95 \text{ KWh/m}^2\text{a} \leq 120 \text{ KWh/m}^2\text{año}$$

Con esto obtenemos que el consumo energético de la propuesta 1 es relativamente bajo y sería considerado para tramitar la certificación Passivhouse. Cabe aclarar que la certificación consta de varios aspectos que aún se tienen que considerar, sin embargo, para fines de este análisis se utilizará únicamente el dato referente al consumo energético de 120 KWh/m²año.

⁹⁹ Criterios para la certificación Passivhouse. Recuperado de Pasivhouse Institut (2017). Edificio Passivhouse certificado, Criterios de certificación para edificios no residenciales según el estándar Passivhouse.

- PROPUESTA 2

Datos Forma 1:

$$\text{KWh} = 4,403.52 \text{ KWdía} / 24 \text{ hrs} = 183.48 \approx 184 \text{ KWh}$$

$$\text{m}^2 \text{ de la torre de cultivos} = 1,710 \text{ m}^2$$

$$\text{Tenemos: } (184 \text{ KWh} / 1,710 \text{ m}^2) \times 365 \text{ días} = 39.17 \text{ KWh/m}^2 \text{ a} \leq 120 \text{ KWh/m}^2 \text{ año}$$

Según los resultados obtenidos, al igual que en la propuesta 1, la propuesta 2 sería acreedora a obtener la certificación Pasivhouse desde el punto de vista de consumo energético.

CRITERIO DE SERVICIO ELÉCTRICO

Para tener un punto de partida en criterio de servicio eléctrico, se enlistan los equipos de la torre de cultivos junto con la alimentación eléctrica que requieren, evaluando que tipo de tarifa se necesitaría según la Comisión Federal de Electricidad. Se consideran los tipos de voltaje que requieren y el consumo energético que generan.

CUADRO DE CARGAS			
CIRUCITO N°	DESCRIPCIÓN	CARGA (WATTS)	ALIMENTACIÓN (VOLTS)
Cuadro general de carga de distribución			
1	2 Motobomba Evans 5HP	7,350	220 / 440
2	2 Filtro UV EVANS	330	220
3	30 Lámparas LED, tubo doble	1,140	110
4	2 Montacargas	7,460	220
5	32 Lámparas PHILIPS LED	6,720	400
6	3 Minisplit tipo cassette	42,456	220
7	1 Condensadora	264	220
8	27 Muebles de cultivo	432	220
9	Sistema de fachada automatizada	2,990	220
10	50 Contactos a muro	5,000	110
TOTAL		74,142	

Tabla 17. Cuadro de cargas de los principales equipos de la torre de cultivos.

Se proponen dos alternativas de acuerdo con los contratos de servicios disponibles en la Comisión Federal de Electricidad para el año 2019 en el servicio a edificaciones con características de consumo energético similares a la torre de cultivos, los contratos son:

1. Tarifa 3

Dicha tarifa se aplica a todos los servicios que utilizan la energía en baja tensión a cualquier uso (usualmente en 220 y 110 volts), con demanda de más de 25 kilowatts. En el caso de la torre de cultivos los equipos en su mayoría manejan un voltaje de 220 volts y en su conjunto consumen alrededor de 75 kilowatts, tal como lo indica este tipo de tarifa.

2. Contrato especial.

Dicho contrato se ve directamente con CFE de una manera detallada para establecer los criterios y la tarifa del contrato según las características del proyecto, sin embargo, como primer criterio a tomar en cuenta en este contrato, se manejarán distintas líneas de voltaje, con el fin de evitar sobre carga de corriente y de optimizar la alimentación eléctrica tanto en la torre de cultivos como en el resto del conjunto.

Conclusión de estudio de consumo energético

En este apartado, se obtuvieron los parámetros del gasto energético que el funcionamiento de la torre genera, mediante el análisis de los equipos propuestos en la torre de cultivos. Se retoman dos aspectos importantes:

1. La profundización de los tiempos de funcionamiento de los equipos, t la relación que hay entre ellos.
2. La traducción de los requerimientos energéticos a cantidades que se puedan medir y gestionar, buscando optimizar la operatividad de la producción de alimentos en un entorno urbano.

De modo que, las tecnologías aplicadas al sector agrícola pueden tener un impacto positivo en la optimización del gasto energético, si se tiene en cuenta las condiciones del entorno urbano y un diseño arquitectónico que contemple las mismas.

CONCLUSIONES INDICADORES DE IMPACTO

El fin de este análisis fue poner a prueba la propuesta arquitectónica ante distintos elementos que tendrían impacto directo en ella, como se ha ido mencionando, la prioridad principal es que el elemento arquitectónico sea viable para la producción de alimentos creando una simbiosis entre forma y función para lograrlo. En esta ocasión cada apartado deja ver los efectos o consecuencias de las decisiones en el planteamiento arquitectónico del proyecto.

En la parte de iluminación se obtuvieron las horas luz aproximadas que habría a lo largo del día, esto permitió plantear una estrategia implementando tecnologías como luminarias especiales para el tema de agricultura, al igual que sistemas de monitoreo automatizados para medir que las condiciones climáticas sean variables. La propuesta de orientación de las torres de cultivo y de la fachada de cristal permiten la entrada de luz natural, sin embargo, se identificó una relación directa con la altura de entre piso, de modo que, de querer optimizar las horas de iluminación natural, se puede considerar modificar las alturas de entre piso, o simplemente tenerlo en cuenta para propuestas futuras que se puedan desarrollar a partir de aquí.

Las gráficas y los cálculos que se desarrollaron en el apartado de ventilación, apuntan a que los criterios de diseño de la propuesta arquitectónica (orientación y superficie de ventana abierta), junto con las condiciones naturales del viento en el sitio, dan lugar a una ventilación adecuada para el desarrollo de los cultivos en la torre, y al igual que con la iluminación, serán necesarios equipos de monitoreo que valoren el impacto que tengan las variaciones climáticas en los cultivos, y según sea el caso, poner en marcha las estrategias adecuadas..

El análisis térmico permitió ver el efecto de las propiedades térmicas de los materiales planteados para la construcción de la torre de cultivos, entendiendo que hay una relación estrecha entre los mismos, entre las actividades de la torre y entre las condiciones climatológicas del entorno o sitio. Se identificaron las horas en el día donde de manera natural se obtenían temperaturas óptimas para los cultivos, que van de los 21-24°C y se plantearon las estrategias de control necesarias introduciendo el sistema de climatización que se planteó en el apartado de instalaciones.

Si bien cada uno de los análisis anteriores se desarrollaron de manera individual, en conjunto dieron paso a la obtención de los datos que definirían el consumo energético de la torre de cultivos, ya que, cada uno de los análisis plantearon equipos especiales que relacionan su periodo de funcionamiento con el gasto energético por día. Fue necesario entender el funcionamiento de cada equipo dentro de la torre para obtener en tiempo real el gasto energético que generan, y a la vez se justificaron muchas de las intenciones de diseño y elementos del proyecto arquitectónico, como lo es el caso de la fachada automatizada, que demostró tener un impacto positivo en el ahorro energético de la torre al reducir el tiempo de funcionamiento de los equipos de climatización.

El resultado final de este apartado permite establecer parámetros que puedan ser referencia para futuros proyectos o proyectos en desarrollo, comparando y tomando decisiones que lleven a mejorar el proceso de la producción de alimentos en edificaciones de un entorno urbano.

ESTIMACIÓN DE COSTOS / TORRE DE CULTIVOS

Para obtener un costo aproximado de la torre de cultivos, se toman en cuenta los elementos que se han ido analizando y estudiando a lo largo del documento, y de los cuales, depende el edificio para funcionar correctamente.

Este parámetro contribuye a un entendimiento más e de la relación entre arquitectura y agricultura urbana que se ha expuesto a lo largo del documento.

Para la estimación de costos, se tomaron en cuenta los elementos más importantes de la torre de cultivos, a nivel constructivo (muros, losas, perfiles de acero) y a nivel funcional (instalaciones y equipos especiales).

Las referencias de los costos de las labores de construcción se sacaron de las siguientes referencias:

- IECA. (2019). Software para arquitectura, ingeniería y construcción. México. Generador de precios México. Recuperado de <http://www.mexico.generadordeprecios.info>.
- Valera Alonzo L. (enero del 2017). Costos por metro cuadrado de construcción. Volumen II. (ed. 1701). Ciudad de México.

ELEMENTOS PARA EL COSTO APROXIMADO DE LA TORRE DE CULTIVOS				
NIVEL SÓTANO				
CONCEPTO	COSTO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO TOTAL
Muro portante de 20 cm de espesor de mampostería confinada, de bloque hueco estructural de concreto ligero, repellable, 20x20x40 cm, resistencia a compresión 6 MPa, con juntas de 10 mm de espesor, asentada con mortero de cemento confeccionado en obra, con 250 kg/m ³ de cemento, color gris, dosificación 1:6, suministrado en sacos. Con repellado. Incluye materiales, mano de obra y herramienta.	\$450.00	M2	320.30	\$144,135.00
Muro portante de 20 cm de espesor de mampostería confinada para estanques, de bloque hueco estructural de concreto ligero, repellable, 20x20x40 cm, resistencia a compresión 6 MPa, con juntas de 10 mm de espesor, asentada con mortero de cemento confeccionado en obra, con 250 kg/m ³ de cemento, color gris, dosificación 1:6, suministrado en sacos. Con repellado. Incluye materiales, mano de obra y	\$450.00	M2	152.10	\$68,445.00
Muros divisorios de panel de cemento PERMABASE COMEX, a una estructura simple autoportante de perfiles metálicos de acero galvanizado a una estructura simple autoportante de perfiles metálicos de acero galvanizado. Incluye materiales, mano de obra y herramienta.	\$1,473.77	M2	120.00	\$176,852.40
Excavación a cielo abierto, en cualquier tipo de terreno, con medios mecánicos, y carga a camión. El precio no incluye el transporte de los materiales excavados. Incluye materiales, mano de obra y herramienta.	\$234.22	M3	2,553.10	\$597,987.08
Concreto f'c=300 MPa (300 kg/cm ²), tamaño máximo del agregado 20 mm, premezclado y colado con tiro directo, para formación de zapata corrida. Incluye mano de obra, materiales y herramienta.	\$1,559.21	M3	165.80	\$258,517.02
Acero fy=4200 kg/cm ² para habilitado del acero (corte y dobléz) y armado en zapata corrida de cimentación. Incluye materiales, mano de obra y herramienta.	\$27.00	KG	7,131.62	\$192,553.65
Losa plana de concreto armado, horizontal, peralte 20 cm, realizada con concreto f'c=20 MPa (200 kg/cm ²), tamaño máximo del agregado 20 mm, revenimiento de 5 a 10 cm, premezclado, y colado con grúa, y acero fy=4200 kg/cm ² , con una cuantía aproximada de 21 kg/m ² ; construcción y desmontaje de sistema de cimbra continuo, con acabado para revestir. El precio incluye el habilitado del acero (corte y dobléz) en el área de trabajo, en obra y el armado en el lugar definitivo de su colocación en obra.	\$725.99	M2	438.00	\$317,983.62
Escalera, de acero A 36, en estructura compuesta de zancas y descansos, formada por piezas simples de perfiles laminados en caliente, acabado con imprimación antioxidante, con uniones soldadas en obra. El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, los casquillos, suministro y los elementos auxiliares de montaje.	\$80.30	KG	940.00	\$75,482.00
Motobomba EVANS HP 5	\$14,780.00	PZA	4.00	\$59,120.00
Filtro UV EVANS	\$13,797.00	PZA	2.00	\$27,594.00
Luminaria LED de doble tubo	\$172.00	PZA	38.00	\$6,536.00
COSTO TOTAL POR NIVEL				\$1,925,205.77

NIVEL PLANTA BAJA				
CONCEPTO	COSTO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO TOTAL
Muro portante de 20 cm de espesor de mampostería confinada, de bloque hueco estructural de concreto ligero, repellable, 20x20x40 cm, resistencia a compresión 6 MPa, con juntas de 10 mm de espesor, asentada con mortero de cemento confeccionado en obra, con 250 kg/m ³ de cemento, color gris, dosificación 1:6, suministrado en sacos. Con repellado. Incluye materiales, mano de obra y herramienta.	\$450.00	M2	74.70	\$33,615.00
Muros divisorios de panel de cemento PERMABASE COMEX, a una estructura simple autoportante de perfiles metálicos de acero galvanizado a una estructura simple autoportante de perfiles metálicos de acero galvanizado. Incluye materiales, mano de obra y herramienta.	\$1,473.77	M2	120.00	\$176,852.40
Doble acristalamiento estándar, conjunto formado por vidrio exterior Float incoloro de 4 mm, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 6 mm, y vidrio interior Float incoloro de 4 mm de espesor.	\$428.00	M2	222.00	\$95,016.00
Pistones de automatización para fachada.	\$5,500.00	PZA	17.00	\$93,500.00
Acero S275J0H, en columnas formados por piezas simples de perfiles huecos acabados en caliente de las series redondo DE 600 mm, acabado con imprimación antioxidante, colocado con uniones soldadas en obra, a una altura de más de 3 m. El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, las placas de arranque y de transición de columna inferior a superior, los casquillos, suministro y los elementos auxiliares de montaje.	\$39.00	KG	13,888.00	\$541,632.00
Perfil H 463mm x 280mm, en vigas formadas por piezas simples de perfiles laminados en caliente acabado con imprimación antioxidante, con uniones soldadas en obra, a una altura de más de 3 m. El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, los casquillos, suministro y los elementos auxiliares de montaje.	\$39.00	KG	16,950.00	\$661,050.00
Perfil H 303mm x 203mm, en vigas formadas por piezas simples de perfiles laminados en caliente acabado con imprimación antioxidante, con uniones soldadas en obra, a una altura de más de 3 m. El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, los casquillos, suministro y los elementos auxiliares de montaje.	\$39.00	KG	8,760.00	\$341,640.00
Losa de 25 + 5 cm de peralte, realizada con losas alveolares prefabricadas de concreto pretensado, de 25 cm de peralte y 120 cm de anchura, con momento flector último de 22 kN-m/m, con altura libre de piso a techo de entre 3 y 4 m, apoyada directamente sobre vigas de canto; relleno de juntas entre losas alveolares, zonas de enlace con apoyos y capa de compresión, realizados con concreto f'c=20 MPa (200 kg/cm ²), tamaño máximo del agregado 20 mm, revenimiento de 5 a 10 cm, premezclado, y colado con grúa, acero fy=4200 kg/cm ² en zona de negativos, con una cuantía aproximada de 4 kg/m ² , y malla electrosoldada de alambre liso de acero tipo 6x6 10/10. El precio incluye el habilitado del acero (corte y doblez) en el área de trabajo, en obra y el armado en el lugar definitivo de su colocación en obra.	\$985.00	M2	345.40	\$340,219.00
Escalera, de acero A 36, en estructura compuesta de zancas y descansos, formada por piezas simples de perfiles laminados en caliente, acabado con imprimación antioxidante, con uniones soldadas en obra. El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, los casquillos, suministro y los elementos auxiliares de montaje.	\$80.30	KG	940.00	\$75,482.00
Mueble de cultivo	\$3,945.00	PZA	27.00	\$106,515.00
Minis plit RHEEM tipo casstte	\$49,420.00	PZA	3.00	\$148,260.00
Luminaria LED PHILIPS	\$795.00	PZA	32.00	\$25,440.00
COSTO TOTAL POR NIVEL				\$2,639,221.40

SEGUNDO NIVEL		
COSTO TOTAL POR NIVEL		\$2,639,221.40

TERCER NIVEL		
COSTO TOTAL POR NIVEL		\$2,639,221.40

CUARTO NIVEL (DOBLE ALTURA)				
CONCEPTO	COSTO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO TOTAL
Muro portante de 20 cm de espesor de mampostería confinada, de bloque hueco estructural de concreto ligero, repellable, 20x20x40 cm, resistencia a compresión 6 MPa, con juntas de 10 mm de espesor, asentada con mortero de cemento confeccionado en obra, con 250 kg/m ³ de cemento, color gris, dosificación 1:6, suministrado en sacos. Con repellado. Incluye materiales, mano de obra y herramienta.	\$450.00	M2	149.40	\$67,230.00
Muros divisorios de panel de cemento PERMABASE COMEX, a una estructura simple autoportante de perfiles metálicos de acero galvanizado a una estructura simple autoportante de perfiles metálicos de acero galvanizado. Incluye materiales, mano de obra y herramienta.	\$1,473.77	M2	120.00	\$176,852.40
Doble acristalamiento estándar, conjunto formado por vidrio exterior Float incoloro de 4 mm, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 6 mm, y vidrio interior Float incoloro de 4 mm de espesor.	\$428.00	M2	444.00	\$190,032.00
Pistones de automatización para fachada	\$5,500.00	PZA	17.00	\$93,500.00
Acero S275J0H, en columnas formados por piezas simples de perfiles huecos acabados en caliente de las series redondo DE 600 mm, acabado con imprimación antioxidante, colocado con uniones soldadas en obra, a una altura de más de 3 m. El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, las placas de arranque y de transición de columna inferior a superior, los casquillos, suministro y los elementos auxiliares de montaje.	\$39.00	KG	13,888.00	\$541,632.00
Perfil H 463mm x 280mm, en vigas formadas por piezas simples de perfiles laminados en caliente acabado con imprimación antioxidante, con uniones soldadas en obra, a una altura de más de 3 m. El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, los casquillos, suministro y los elementos auxiliares de montaje.	\$39.00	KG	16,950.00	\$661,050.00
Perfil H 303mm x 203mm, en vigas formadas por piezas simples de perfiles laminados en caliente acabado con imprimación antioxidante, con uniones soldadas en obra, a una altura de más de 3 m. El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, los casquillos, suministro y los elementos auxiliares de montaje.	\$39.00	KG	8,760.00	\$341,640.00
Losa de 25 + 5 cm de peralte, realizada con losas alveolares prefabricadas de concreto pretensado, de 25 cm de peralte y 120 cm de anchura, con momento flector último de 22 kN·m/m, con altura libre de piso a techo de entre 3 y 4 m, apoyada directamente sobre vigas de canto; relleno de juntas entre losas alveolares, zonas de enlace con apoyos y capa de compresión, realizados con concreto f'c=20 MPa (200 kg/cm ²), tamaño máximo del agregado 20 mm, revenimiento de 5 a 10 cm, premezclado, y colado con grúa, acero fy=4200 kg/cm ² en zona de negativos, con una cuantía aproximada de 4 kg/m ² , y malla electrosoldada de alambre liso de acero tipo 6x6 10/10. El precio incluye el habilitado del acero (corte y doblaje) en el área de trabajo, en obra y el armado en el lugar definitivo de su colocación en obra.	\$985.00	M2	345.40	\$340,219.00
Escalera, de acero A 36, en estructura compuesta de zancas y descansos, formada por piezas simples de perfiles laminados en caliente, acabado con imprimación antioxidante, con uniones soldadas en obra. El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, los casquillos, suministro y los elementos auxiliares de montaje.	\$80.30	KG	940.00	\$75,482.00
Mueble de cultivo	\$3,945.00	PZA	27.00	\$106,515.00
Minis plit RHEEM tipo casstte	\$49,420.00	PZA	3.00	\$148,260.00
Luminaria LED PHILIPS	\$795.00	PZA	32.00	\$25,440.00
COSTO TOTAL POR NIVEL				\$2,767,852.40

NIVEL DE AZOTEA				
CONCEPTO	COSTO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO TOTAL
Muro portante de 20 cm de espesor de mampostería confinada, de bloque hueco estructural de concreto ligero, repellable, 20x20x40 cm, resistencia a compresión 6 MPa, con juntas de 10 mm de espesor, asentada con mortero de cemento confeccionado en obra, con 250 kg/m ³ de cemento, color gris, dosificación 1:6, suministrado en sacos. Con repellado. Incluye materiales, mano de obra y herramienta.	\$450.00	M2	91.20	\$41,040.00
Muros divisorios de panel de cemento PERMABASE COMEX, a una estructura simple autoportante de perfiles metálicos de acerogalvanizado a una estructura simple autoportante de perfiles metálicos de acero galvanizado. Incluye materiales, mano de obra y herramienta.	\$1,473.77	M2	18.70	\$27,559.50
Doble acristalamiento estándar, conjunto formado por vidrio exterior Float incoloro de 4 mm, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 6 mm, y vidrio interior Float incoloro de 4 mm de espesor.	\$428.00	M2	58.65	\$25,102.20
Pistones de automatización para fachada	\$5,500.00	PZA	17.00	\$93,500.00
Acero S275J0H, en columnas formados por piezas simples de perfiles huecos acabados en caliente de las series redondo DE 600 mm, acabado con imprimación antioxidante, colocado con uniones soldadas en obra, a una altura de más de 3 m. El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, las placas de arranque y de transición de columna inferior a superior, los casquillos, suministro y los elementos auxiliares de montaje.	\$39.00	KG	13,888.00	\$541,632.00
Perfil H 463mm x 280mm, en vigas formadas por piezas simples de perfiles laminados en caliente acabado con imprimación antioxidante, con uniones soldadas en obra, a una altura de más de 3 m. El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, los casquillos, suministro y los elementos auxiliares de montaje.	\$39.00	KG	16,950.00	\$661,050.00
Perfil H 303mm x 203mm, en vigas formadas por piezas simples de perfiles laminados en caliente acabado con imprimación antioxidante, con uniones soldadas en obra, a una altura de más de 3 m. El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, los casquillos, suministro y los elementos auxiliares de montaje.	\$39.00	KG	8,760.00	\$341,640.00
Losa plana de concreto armado, horizontal, peralte 10 cm, realizada con concreto f'c=20 MPa (200 kg/cm ²), tamaño máximo del agregado 20 mm, revenimiento de 5 a 10 cm, premezclado, y colado con grúa, y acero fy=4200 kg/cm ² , con una cuantía aproximada de 21 kg/m ² ; construcción y desmontaje de sistema de cimbra continuo, con acabado para revestir. El precio incluye el habilitado del acero (corte y doblaje) en el área de trabajo, en obra y el armado en el lugar definitivo de su colocación en obra.	\$590.67	M2	138.25	\$81,660.13
Losa de 25 + 5 cm de peralte, realizada con losas alveolares prefabricadas de concreto pretensado, de 25 cm de peralte y 120 cm de anchura, con momento flector último de 22 kN-m/m, con altura libre de piso a techo de entre 3 y 4 m, apoyada directamente sobre vigas de canto; relleno de juntas entre losas alveolares, zonas de enlace con apoyos y capa de compresión, realizados con concreto f'c=20 MPa (200 kg/cm ²), tamaño máximo del agregado 20 mm, revenimiento de 5 a 10 cm, premezclado, y colado con grúa, acero fy=4200 kg/cm ² en zona de negativos, con una cuantía aproximada de 4 kg/m ² , y malla electrosoldada de alambre liso de acero tipo 6x6 10/10. El precio incluye el habilitado del acero (corte y doblaje) en el área de trabajo, en obra y el armado en el lugar definitivo de su colocación en obra.	\$985.00	M2	345.40	\$340,219.00
COSTO TOTAL POR NIVEL				\$2,153,402.8

ELEMENTOS ADICIONALES				
CONCEPTO	COSTO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO TOTAL
Montacargas	\$242,556.	PZA	2.00	\$485,112.00
Instalaciones	\$3,034.00	M2	2,321.0	\$7,041,914.0
COSTO TOTAL DE LA TORRE				\$20,365,945.

INTERPRETACIÓN DEL COSTO PARAMÉTRICO DE LA TORRE DE CULTIVOS

La torre de cultivos corresponde a un género arquitectónico reciente, por lo que los parámetros de costos se obtuvieron de distintos géneros de edificio que asemejan las funciones y condiciones de la torre de cultivos. El dato obtenido (de \$20,365,945.93 MXN), funciona como parámetro que da lugar al desarrollo de este tipo de proyectos; es un punto de partida que permite explorar con más bases, las distintas soluciones que se pueden generar en el campo arquitectónico enfocado a la agricultura urbana.

Los elementos que tuvieron mayor impacto sobre la estimación fueron las instalaciones y equipos especiales, de los cuales depende la calidad y el funcionamiento de las actividades que dan lugar a la producción de alimentos dentro del proyecto.

CONCLUSIONES GENERALES

De acuerdo con los objetivos establecidos al inicio del presente trabajo, se considera que el trabajo desarrolló los puntos establecidos, desde una visión general, desde el ámbito teórico, arquitectónico y tecnológico derivando tanto en una aplicación práctica como en una profundización teórica del tema desarrollado.

De lo anterior, se considera que las propuestas de producción urbana de alimentos a nivel medio-intensivo en la CDMX son posibles, tomando en cuenta las características climáticas del entorno, estableciendo un planteamiento operativo adecuado para llevar a cabo las distintas etapas de la producción, y considerando el impacto que tendrá en el contexto urbano y viceversa.

Entendiendo que el objeto de estudio debe abordarse desde varias disciplinas, la forma que tomo la propuesta de producción agrícola urbana en este trabajo, se realizó desde una perspectiva urbano-arquitectónica, con el desarrollo de un modelo de agricultura vertical intensiva. El proyecto, visto desde la disciplina arquitectónica, pretendió aportar una opción de lo que se puede plantear como respuesta a la situación de la producción de alimentos a una escala media-intensiva en el entorno urbano, así como la integración del elemento agrícola en las ciudades encontrando un eje rector, en la situación presente de la producción de alimentos en el país, en sus distintas dimensiones.

Entendiendo que un proyecto de naturaleza agrícola, en un contexto urbano como la CDMX, requiere de una colaboración interdisciplinaria, esta aproximación dio lugar a la integración de elementos con carácter social junto con las actividades de producción; resultando en un complejo interdisciplinario que fomenta la práctica de la agricultura urbana a escala medio-intensiva, y que se abre a la experimentación espacial y sensorial de cada elemento y proceso que da lugar a la producción de alimentos de origen vegetal. Esto significó para el proyecto, la inclusión de elementos destinados a la integración del complejo con su entorno urbano, en distintas dimensiones, junto con los espacios de producción.

A nivel arquitectónico, fue posible el desarrollo de zonas con características espaciales y operativa distintas, que pudieran integrarse en un conjunto; contribuyendo al establecimiento de un modelo operativo inicial, en proyectos de naturaleza agrícola urbana.

Las referencias teóricas y contextuales, junto con los conocimientos arquitectónicos aplicados, resultaron en la búsqueda de un enfoque más sustentable y sostenible en el planteamiento y desarrollo del proyecto, de lo que se rescatan 3 puntos del desarrollo arquitectónico del conjunto, que surgieron a partir de este.

- Sobre su impacto en el medio en el que se sitúa: Los espacios y elementos planteados en el conjunto son flexibles a las condiciones del entorno urbano, e interactúan con este por medio de sistemas automatizados propuestos en el proyecto. El tipo y grado de interacción que el conjunto tiene con su entorno se planteó bajo la premisa de buscar la integración urbana, y mantener un bajo impacto ambiental; para lo cual los ‘indicadores de impacto’, nos permiten comprender en una primera aproximación, el impacto que tienen distintos elementos del entorno y el diseño, en el planteamiento generado en el presente trabajo.
- Sobre las especies vegetales que alberga: en el ‘Complejo Urbano de Producción Agrícola’ (CUPA), se manejaron especies vegetales que pudieran adaptarse más fácilmente a instalaciones verticales y en los ambientes generados en el objeto arquitectónico, así como a un medio de cultivo hidropónico. Un sistema de cultivo basado en la hidroponía, resultó más adecuado que uno tradicional (a base de tierra), tanto para las especies vegetales planteadas (al tener un impacto positivo sobre los requerimientos hídricos de los cultivos), como en las consideraciones estructurales de la torre.
- Sobre el planteamiento de los espacios de producción: La propuesta de los espacios de producción implicó un cambio de enfoque sobre el usuario; siendo que el elemento principal del diseño fue generar y mantener las condiciones adecuadas para el desarrollo de los cultivos, sin descuidar condiciones adecuadas para el personal de operación de las zonas de producción; lo que derivó en el aprovechamiento de las características del entorno y elementos tecnológicos desarrollados para el sector agrícola, aplicados al objeto arquitectónico.

Consideraciones finales

El proyecto 'Complejo Urbano de Producción de Alimentos' (CUPA) para la CDMX, representa un proyecto que establece sus bases arquitectónicas en el aprovechamiento de los factores externos del entorno mediante un diseño que contempla los factores ambientales en todas sus etapas; la naturaleza del proyecto llevo a la búsqueda de un equilibrio entre el diseño arquitectónico sustentable, junto con la implementación de tecnologías especializadas en la producción de alimentos en un medio controlado; y la sostenibilidad de la propuesta a nivel urbano.

Si bien los objetivos generales del trabajo lograron desarrollarse a lo largo del trabajo, el objetivo principal es aportar información para continuar el desarrollo e investigación de proyectos de naturaleza similar; con el propósito de acercarse una propuesta viable y asequible a un contexto específico.

BIBLIOGRAFÍA

Libros, revistas, periódicos / gaceta

- 1.-Nuria Urquía Fernández. (2014). La seguridad Alimentaria en México. Salud Pública de México, 56, S92-S98. 2018, De SciELO Base de datos.
- 2.- S.Rama Naidu. (2016). Vertical Farming: The next green revolution. Kindle: S.E.
- 3.- Rolando Cordera, Enrique Provencio. 2017. Perspectivas de la seguridad alimentaria y la agricultura sostenible a 2030. En Informe del Desarrollo en México (Perspectivas del desarrollo a 2030) Ciudad de México: UNAM.
- 4.- Dickson Despommier. (2010, 2011). The Vertical Farm. Feeding the world in the 21st Century. Nueva York: Picador, St. Martin's Press.
- 5.- André Viljoen. (2005). Continuous Productive Urban Landscapes: designing urban agriculture for sustainable cities. Gran Bretaña: Architectural Press, Elsevier.
- 6.- Vásquez Moreno, L. (2010). La agricultura urbana como elemento promotor de la sustentabilidad urbana. Situación actual y potencial en San Cristóbal de las Casas, Chiapas. (maestría). El colegio de la Frontera Norte. Tijuana, B.C., México.
- 7.- Birkby, Jeff. (2016). Vertical Farming. ATTRA Sustainable Agriculture, 1-3. 2018, De ATTRA attra.ncat.org Base de datos.
- 8.- Marshall R.(E-book version 2016).How to build your own greenhouse. Designs and Plans to Meet your Growing Needs. North Adams, MA: Storey Publishing.
- 9.- Beltrano et al. (2015). Cultivo en hidroponía. BA, Argentina: Edulp.

10.- Baras, Tyler. (2018). DIY Hydroponic Gardens: How to design and build an inexpensive system for growing plants in water. Edición Kindle: Cool Springs Press.

11.-Vásquez Moreno, L. (2010). La Agricultura Urbana como elemento promotor de la sustentabilidad urbana. Situación actual y potencial en San Cristóbal de las Casas, Chiapas. (Tesis de Maestría). El Colegio de la Frontera Norte, Tijuana, B.C., México

12.- Gassó F. & Solomando S. (2011). Cálculo de ventilación. En Estructura e instalaciones de un invernadero. Tesis de ingeniería técnica industrial. Universidad politécnica de Cataluña. Cataluña, España: Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Barcelona.

13.- Criterios para la certificación Passivhouse. Recuperado de Passivhouse Institut (2017). Edificio Passivhouse certificado, Criterios de certificación para edificios no residenciales según el estándar Passivhouse.

14.-Ruiz A., López I., Arteaga R., & Ramírez A. (ene./feb. 2015). Tasas de ventilación natural de un invernadero del centro de México estimadas mediante balance de energía. AGROCIENCIA, vol. 49

RECURSOS EN LÍNEA

Artículos, Páginas Web, Base de Datos.

15.-S.a. (2017). El futuro de la alimentación y la agricultura. Tendencias y desafíos. 2019, de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) Sitio web: <http://www.fao.org/3/a-i6881s.pdf>

16.-S.a. (2011). Seguridad Alimentaria y Nutricional, conceptos básicos. 2019, de PESA Centroamérica Sitio web: <http://www.fao.org/3/a-at772s.pdf>

17.- Martínez Rivera, Monroy-Ortiz. (2010). La expansión Urbana en el campo mexicano, la otra cara de la crisis agrícola. Estudios Agrarios. 2018, De <https://biblat.unam.mx/es/revista/estudios-agrarios/articulo/la-expansion-urbana-sobre-el-campo-mexicano-la-otra-cara-de-la-crisis-agricola> Base de datos.

18.- FAO. (1999). Cuestiones de la Agricultura Urbana. 2018, de FAO Sitio web: <http://www.fao.org/ag/esp/revista/9901sp2.htm#:~:text=Se%20entiende%20por%20agricultura%20urbana,necesidades%20de%20la%20poblaci%C3%B3n%20urbana.>

19.- S.a. (2011). ¿Qué es la pérdida y desperdicio de alimentos? Recuperado: 2018, de consumoresponsable.org Sitio web: <https://consumoresponsable.org/desperdicioalimentario/que-es>

20.- Gerini, Jorge. (2017). ¿Cuál es el futuro de la agricultura urbana en las ciudades? Recuperado: 2019, de Archdaily Sitio web: <https://www.archdaily.mx/mx/883887/cual-es-el-futuro-de-la-agricultura-urbana-en-las-ciudades>

21.- Gordon-Smith, Henry. (2011). What is Agritecture?. Recuperado: 2018, de Agritecture Sitio web:<https://www.agritecture.com/agritecture-definition>

- 22.- De Anda, J & Shear, H. (2017). Potential of Vertical Hydroponic Agriculture in Mexico. Sustainability/ Sustainable Agriculture, número especial, 8. 2018, De MDPI <https://www.mdpi.com/journal/sustainability> Base de datos.
- 23.- Bosque Escuder, Y. (2009). Componentes del sistema hidropónico. 2018, de El Balcón Verde Sitio web: <https://elbalconverde.com/2009/05/componentes-del-sistema-hidroponico.html>
- 24.- S.A. (2020). Medios de cultivo. 2020, de Hidroponia.info Sitio web: <http://hidroponia.info/medios-de-cultivo/>
- 25.- Universidad Nacional Agraria LA MOLINA. (s.f). Sistema Vertical o de Columnas. 2019, de Universidad Nacional Agraria, La Molina Sitio web: http://www.lamolina.edu.pe/hidroponia/sistema_columnas.htm
- 26.- Dieleman, H. (2016). Urban agriculture in Mexico City; balancing between ecological, economic, social and symbolic value. Journal of Cleaner production. 2018, De ELSEVIER <https://www.journals.elsevier.com/journal-of-cleaner-production> Base de datos.
- 27.- MXCity. (2014). Aprende agricultura urbana en el Huerto Romita. 2018, de MXCITY Guia Insider Sitio web: <https://mxcity.mx/2014/07/aprende-agricultura-urbana-en-el-huerto-romita/>
- 28.- Huerto Roma Verde. (s.F). Proyectos. 2018, de Roma Verde, Espacio comunitario Sitio web: <https://huertoromaverde.org/>
- 29.- Ponce, P. (2018). 6 huertos urbanos que debes conocer en la CDMX. 2018, de Gourmet de México Sitio web: <https://gourmetdemexico.com.mx/turista-gastronomico/6-huertos-urbanos-que-debes-conocer-en-la-cdmx/>
- 30.- INEGI. (s.F). Clima. 2018, de INEGI Sitio web: <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/df/territorio/clima.aspx?tema=me&e=09>

31.- s.A. (2010). Programa Delegacional de Desarrollo Urbano para la Delegación Coyoacán. Gaceta Oficial del Distrito Federal, No. 901.

32.- INAFED. (s.F). Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México, Delegación del Distrito Federal Coyoacan. 2018, de Gobierno México Sitio web:
<http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM09DF/delegaciones/09003a.html>

33.- Meteoblue. (s.F). Rosa de los vientos del sitio. 2018, de Meteoblue Sitio web:
https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/19.34N-99.18E2272_America%2FMexico_City

34.- Gobierno de la ciudad de México. (2017). Normas técnicas complementarias para diseño y construcción de cimentaciones. En Gaceta Oficial de la Ciudad de México. Ciudad de México: Administración Pública de la Ciudad de México.

35.- McCormick, R. (2015). Vertical farm can make 44,000 pounds of tomatoes on the side of a parking lot. 2018, de The Verge Sitio web:
<https://www.theverge.com/2015/2/26/8112889/vertical-farm-wyoming-hydroponics-grow-food>

36.- Best, A. (2014). Jackson Hole's Vertical Harvest greenhouse. 2018, de Mountain Town News Sitio web: <https://mountaintownnews.net/2014/01/16/jackson-holes-vertical-harvest-greenhouse/>

37.- Andrews, K. (2013). Pasona Urban Farm by Kono Designs. 2018, de Dezeen Sitio web:
<https://www.dezeen.com/2013/09/12/pasona-urban-farm-by-kono-designs/>

38.- Allen, K. (2013). En Tokio, Una granja vertical interior y exterior. 2018, de Archdaily.mx Sitio web: <https://www.archdaily.mx/mx/02-297174/en-tokio-una-granja-vertical-interior-y-exterior>

39.- s.A. (2018). World Food Building, agricultura urbana integrada en un edificio en altura con invernadero vertical. 2018, de Construible.es Sitio web:

<https://www.construible.es/2018/04/26/rascacielos-invernadero-vertical-nueva-combinacion-agricultura-urbana>

40.-s.A. (2010). Dimensiones de la Seguridad alimentaria: Evaluación estratégica de nutrición y Abasto. 2018, de CONEVAL Sitio web:https://www.coneval.org.mx/rw/resource/coneval/info_public/pdf_publicaciones/dimensiones_seguridad_alimentaria_final_wew.pdf

41. S.A. (S.F). Mapa de Colonias de la Delegación Coyoacán. 2017, de EL DEFE Sitio web: <http://eldefe.com/mapa-colonias-delegacion-coyoacan/>

42.-Sebastian Jordahn. (2018). Plantagon designs office block containing a 60-metre-high urban farm. 2018, de DEZEEN Sitio web: <https://www.dezeen.com/2018/01/15/video-skyscraper-plantagon-urban-farm-world-food-building-movie/>

43.- Depósitos y cisternas.com. (2015). Dimensionamiento para un depósito de aguas pluviales. agosto 2019, de Depósitos y cisternas.com Sitio web: <https://www.depositosycisternas.com/Tutoriales/Tutorial-Recuperacion-Pluviales/DimensionamientoCisternaPluviales>.

44.- Gobierno Delegación Coyoacán. (2018). Geomorfología de la delegación. agosto 2019, de Gobierno Delegación Coyoacán Sitio web: <tps://coyoacan.df.gob.mx/gobierno-delegacional/coyoacan/geomorfologia/>.

45.- Guía de purificadores de agua. (2015). Esquema de filtro de arena. 2018, de Guía de purificadores de agua Sitio web: <http://www.guiapurificadoresdeagua.com/filtracion-de-agua-con-arena/>.

46.-The Engineering ToolBox. (2015). Drag Coefficient. 2018, de The Engineering ToolBox Sitio web: https://www.engineeringtoolbox.com/drag-coefficient-d_627.html.

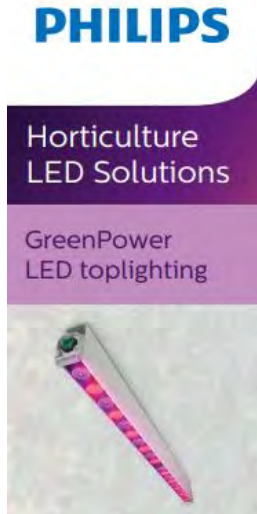
47.- FAO. (2019). Capítulo 3. Estructuras, materiales y equipos de producción. agosto 2019, de FAO Sitio web: <http://www.fao.org/3/S8630S/s8630s05.htm>.<http://www.fao.org/3/S8630S/s8630s05.htm>.

ANEXO

El siguiente apartado contiene información técnica, gráfica y referencias que complementan el documento principal de la tesis expuesta.

ESQUIPOS ESPECIALES / INSTALACIONES.

- Luminarias para cultivos



Especificaciones	
Entrada de voltaje	400 V
El consumo de energía	160-210 W
Salida de luz	410-620 $\mu\text{mol} / \text{s}$
Eficiencia	2.6-3.2 $\mu\text{mol} / \text{J}$
Protección de ingreso	IP66
Duración promedio nominal *	35,000 horas L90B50



Figura 1. PHILIPS. (2018). *Luminaria Greenn Power LED Toplighting*. (imagen). Agosto 2018, de PHILIPS Sitio web: <https://www.lighting.philips.com/main/products/horticulture/products/greenpower-led-toplighting>.

- Equipo de bombeo hidráulico.

MOTOR	
Tipo de Motor	Eléctrico
Marca del motor	Simens / Weg
Potencia del Motor	5.00 hp
RPM del Motor	3450 RPM
Encendido	Directo
Voltaje	220 / 440 V
Fases del motor	Trifásico
Corriente	

BOMBA	
Tipo de Bomba	Industrial
Flujo Optimo	210.00 LPM
Altura Optima	40.00 m
Numero de etapas	1 etapas
Diametro de succion	1.25 pulg
Diametro de descarga	1.00 pulg
Tipo de impulsor	Cerrado
Material del cuerpo	Hierro gris
Material del impulsor	Noryl
Material del sello mecanico	Cerámica, carbón, acero inoxidable y/o buna
Temperatura Maxima del Agua	40 C

Tabla 1. EVANS. (2018). *Especificación motobomba modelo 3IAME0500*. (imagen). Agosto 2019, de EVANS Sitio web: Recuperado de <https://www.evans.com.mx/bomba-industrial-5-hp3iame0500.html>

- Filtro UV

LUZ ULTRAVIOLETA	
Uso del Agua	Para beber
Flujo Maximo Instantaneo	136.30 lpm
Rango de Vida	9000 hrs
Numero de lamparas	3
Diametro de la Lampara	5.00 pulg
Diametro de Conexion	1.50 pulg
Temperatura Maxima	45
Presion Minima	1 PSI
Presion Maxima	125 PSI
Potencia de la Lampara	165 W
Material	Acero Inoxidable

INFORMACION ADICIONAL	
Garantia	1 año
Dimensiones de Empaque	100.00 X 24.00 X 26.00 cm
Peso	7.00 kg

Tabla 2. EVANS. (2019). *Filtro UV modelo UV-165W*. (imagen). Agosto 2019, de EVANS Sitio web: <https://www.evans.com.mx/luz-ultravioleta-165-w-uv-165w.html>.

- Equipo de climatización.

MODELO			RCC1-C24C2	RCC1-C36C2	RCC1-C48C2	RCC1-C60C2
Alimentación Eléctrica		W/Ph/Hz	208-230/1/60	208-230/1/60	208-230/1/60	208-230/1/60
Entrenamiento	Capacidad	BTU/h	24000	36000	48000	60000
		W	7032	10548	14064	17580
Módulo del ventilador	Tipo ventilador		Centrífugo	Centrífugo	Centrífugo	Centrífugo
	Potencia	W	100	100	100	180
	Capacitor	µF	2.5	2.5	4	4
	Velocidad (alta/media/baja)	r/min	850/730/580	850/730/580	850/730/580	850/730/580
Flujo de aire (alta velocidad)		m³/h	1200	1200	1700	1700
Altura Máxima		m	3	3	3	3
Nivel de sonido		dB(A)	45~52	45~52	51~57	51~57
Dimensiones (largo x profundo x alto)		Cuerpo (mm) Panel (mm)	840x840x230 950x950x50	840x840x285 950x950x50	840x840x280 950x950x50	840x840x280 950x950x50
Dimensiones de empaque (largo x profundo x alto)		Cuerpo (mm) Panel (mm)	920x920x310 1030x1030x105	920x920x310 1030x1030x105	920x920x310 1030x1030x105	920x920x375 1030x1030x105
Peso Neto/Bruto		Cuerpo (mm) Panel (mm)	28/31 5.4/8.0	28/32 5.4/8.0	37/35 5.4/8.0	31/35 5.4/8.0
Presión máxima de diseño		MPa	4.0	4.0	4.5	4.5
Tipo de refrigerante			R410A	R410A	R410A	R410A
Tubería de refrigerante (línea de alta/baja)		mm	Ø9.52/Ø15.88	Ø9.52/Ø19.05	Ø9.52/Ø19.05	Ø9.52/Ø19.05
Tubería de drenaje		mm	25	25	25	25
Temperatura de operación		°C	16~32	16~32	16~32	16~32
Temperatura ambiente		°C	18~43	18~43	18~43	18~43
Área de cobertura		m²	28-50	40-70	55-80	60-105
Conexión	Cable de fase	mm²	3x1.0	3x1.0	3x1.0	3x1.0
	Cable de tierra	mm²	2x0.75	2x0.75	2x0.75	2x0.75

Tabla 3. RHEEM. (2019). *Especificaciones Minisplit tipo cassette*. (tabla). Agosto 2019, de RHEEM Sitio web: <https://rheem.com.mx/linea-64/cassette.rheem>.

MODELO		Condensadora	13AJN18	13AJN24	13AJN30	13AJN36	13AJN42	13AJN48	13AJN60
Capacidad Nominal		BTU	18000	24000	30000	36000	42000	48000	60000
Eficiencia		BTU/hW	13 SEER	13 SEER	13 SEER	13 SEER	13 SEER	13 SEER	13 SEER
Compresor	Consumo en corriente del motor (arranque) LRA	A	46	58.3	64	79	112	117	134
	Consumo en corriente del motor (en servicio) RLA	A	9	13.5	12.8	16.7	17.9	21.8	26.4
Motor	Potencia de entrada	W	132	132	176	176	264	264	264
	Potencia	HP	1/8	1/8	1/8	1/8	1/6	1/6	1/6
	Velocidad del ventilador	r/min	1075	1075	1075	1075	1075	850	820
Nivel de ruido		dB(A)	71.9	75.5	73.6	72.4	72.2	75.8	77.7
Dimensiones (Largo x Profundo x Alto)		mm	600x600x616	600x600x616	702x702x616	702x702x616	702x702x616	803x803x710	803x803x913
Peso	Bruto	lb	128	129	147	157	157	192	234
	Neto	lb	120	121	139	149	149	188	223
Tipo de Refrigerante/Peso		oz	R-410A/67.4	R-410A/67.8	R-410A/75	R-410A/90.6	R-410A/106	R-410A/116.1	R-410A/157.2
Presión de Diseño (Alta/Baja)		MPa	3.8/1.03	3.8/1.03	3.8/1.03	3.8/1.03	3.8/1.03	3.8/1.03	3.8/1.03
Conexiones (Válvula)	Línea Líquido O.D.	pulg	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8
	Línea Succión O.D.	pulg	3/4	3/4	3/4	3/4	7/8	7/8	7/8

Tabla 4. RHEEM. (2019). *Especificaciones Condensadora*. (tabla). Agosto 2019, de RHEEM Sitio web: <https://rheem.com.mx/linea-64/cassette.rheem>.

- Equipo de iluminación (luminaria doble tubo).

Largo	4.2 cm
Profundidad	12.4 cm
Color	Blanco
Modelo	73990
No. de piezas	1
Horas de vida	50000
Accesorios	Guía de instalación/garantía.
Luz	Fría
Ancho	120 cm
Material	Vidrio y policarbonato
Acabado	Brillante
Capacidad / tamaño	3700 lúmenes
Potencia	38 w
Tipo de sistema	Led
Tipo de corriente	120 v

Tabla 5. HOME DEPOT. (2019). *Lámpara LED de doble tubo.* (imagen). Agosto 2019, de HOME DEPOT Sitio web:

<https://www.homedepot.com.mx/iluminacion/iluminacion-led/lamparas-de-techo-y-plafones-led/doble-lampara-led-122527>.

Equipo Montacargas

1000 kg a 5000 kg

Claro requerido ejemplo:
5.00 X 5.00m
Recorrido máxima 12.00m

fosa de 60cm de profundidad con firma de concreto f'c:250kg/cm², armado con malla

Recorrido máx. 12.00m

fosa de 60 cm de profundidad

5.00m

5.00m

UNIDAD HIDRÁULICA 5HP

EVOLUTION

Características de la unidad	
Unidad HP:	5 HP
Dimensiones	0.63 x 0.76 x 0.48
Peso (kg.) con aceite	109
Alimentación eléctrica	220 VCA
Número de fases	3
Amperes de consumo	14
Watts de consumo	3.73 KW
Tipo de aceite	ISO 46
Cantidad de aceite	65

Figura 2. TECNO RAMPA. (2019). *Elevador de carga.* (imagen). Agosto 2019, de TECNO RAMPA Sitio web: <https://www.tecnorampa.com.mx/producto/elevadores-para-carga-elevador-de-carga-hasta-4000kg>.

- Muebles de cultivo



Figura 3. Granjas verticales. (2019). *Mueble de cultivo.* (imagen). Recuperado de <https://granjasverticales.com.mx/product/tu-granjita/?v=0b98720dcb2c>.

- Equipo de fachada automatizada

Muro Corredizo STW2

Características Técnicas

Conexión de red eléctrica 115 o 230 V, 60/50 Hz
Cantidad de hojas por unidad de control Hasta 30 hojas
Sección de riel-guía por unidad de control Hasta 40 m
Ancho de hoja 800 – 1500 mm
Altura de hoja a elegir según el peso y ancho de cada hoja
Peso de cada hoja Hasta 150 kg



Figura 8. MERIK. (2019). *Muro corredizo STW2*. (imagen). Agosto 2019, de MERIK Sitio web: <https://www.merik.com/mx/productos/industrial/>.

PROPUESTA DE MATERIALES Y ACABADOS

PANEL REY. Panel de cemento PERMA BASE

El panel PERMA BASE marca Panel Rey, se utilizará en los muros interiores de la zona de servicio de la granja vertical, está constituido por un núcleo de cemento aligerado entre dos capas de fibra de vidrio, que lo hacen durable y resistente a la humedad.

COMEX. Mortero impermeable TOP CEMENTO FLEXIBLE.

El mortero impermeable marca COMEX se utilizará en muros y plafones, según lo indiquen los planos de acabados. Es un biocomponente que forma una membrana de cemento flexible y elástico de gran adherencia y durabilidad. Su capacidad de flexibilidad permite soportar los movimientos de las estructuras generadas por cambios de temperatura o vibraciones externas. Es resistente a la alcalinidad y a la humedad, puede quedar expuesto como acabado aparente.

COMEX. Impermeabilizante CEMENTO UH

El impermeabilizante cementoso marca COMEX se utilizará en los muros que forman los estanques del sistema de tratamiento de agua y de riego. Es un recubrimiento a base de cemento, arena y aditivos especiales diseñado para cisternas, albercas, tanques de agua, túneles, sótanos, cimentaciones y lugares con fuertes presiones de agua y humedad.

COMEX. Pintura TOP WALL AISLANTE TÉRMICO

La pintura TOP WALL marca COMEX, se aplicará principalmente en los muros de la fachada (paño exterior) de la granja vertical y donde indiquen los planos de acabados. Se trata de una pintura acrílica con propiedades de impermeabilidad y aislamiento térmico, reduce la temperatura interior y por su alta adherencia, elasticidad y resistencia al medio ambiente, es ideal en superficies expuestas a condiciones ambientales extremas como alta temperatura y alta humedad.

PLANOS
ARQUITECTÓNICOS /
CONJUNTO.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ARQUITECTURA

TALLER:
DOMINGO GARCIA RAMOS



CONTENIDO:

PLANTA SÓTANO

LOCALIZACION

AVENIDA EJE 10, ESQUINA CON CERRO DEL AGUA.
COLONIA COPILCO
DELEGACION: COYOACAN, CDMX

CROQUIS:

DATOS GENERALES

SIMBOLOGIA	
	LINEA DE EJE
	INDICACION SENTIDO ESCALERA
	INDICACION CORTE DE ELEMENTO
	INDICACION SENTIDO RAMPA
	INDICACION SENTIDO PENDIENTE
	INDICACION NIVEL DE PISO TERMINADO
	INDICACION NIVEL DE PISO AJALZADO
	LINEA REFERENCIA DE CORTE EN PLANTA
	INDICACION CAMBIO DE PISO
	INDICACION CAMBIO DE PISO EN ALZADO
	INDICACION DE ACCESO
	LINEA DE PROYECCION

- NOTAS
1. LAS COTAS Y NIVELES RIGEN SOBRE DIBUJO.
 2. NO TOMAR COTAS A ESCALA DEL PLANO.
 3. LAS COTAS SON A ESES O A PARES DE ALBALERIA, SEGUN SIMBOLOGIA.
 4. LAS COTAS Y NIVELES DEBEN SER AVALUADOS Y RATIFICADOS EN OBRA POR LA SUPERVISION.



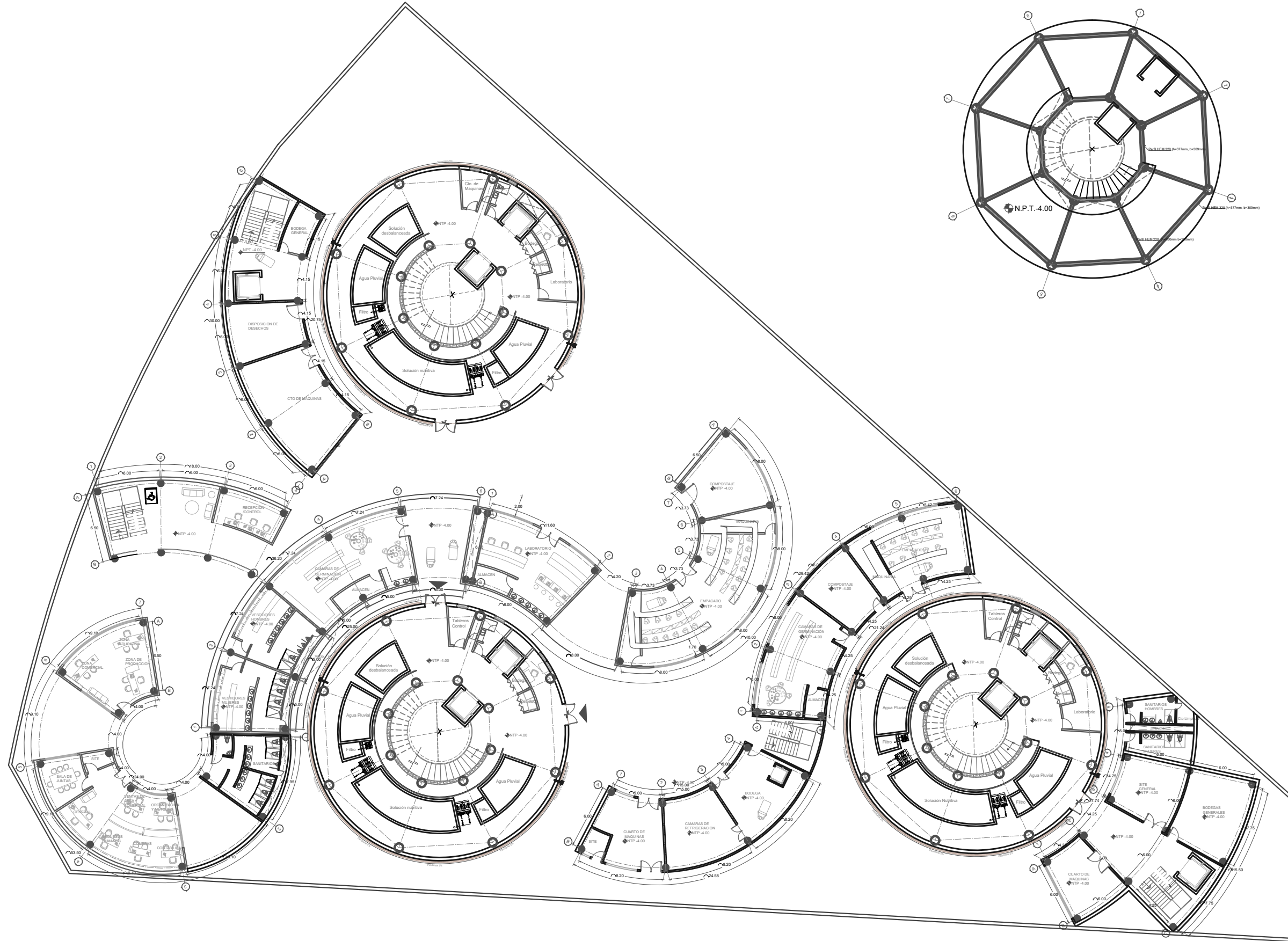
PROFESIONALES:
ARQ. JESÚS MIGUEL DE LEÓN FLORES
ARQ. JESÚS RAÚL GONZÁLEZ JACOME
MTRO. EN ARQ. LUIS SARAVIA CAMPOS

ALUMNOS:
A. ESTEFANIA HERNÁNDEZ RÁMIREZ
JAIME FRANCISCO GARCÍA LOZANO

FECHA: SEPTIEMBRE 2019 | COTAS: METROS | ESCALA: ESC

PROYECTO GRANJA VERTICAL

ARQUITECTURA



CONJUNTO CON COTAS / PLANTA SÓTANO



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ARQUITECTURA

TALLER:
DOMINGO GARCIA RAMOS



CONTENIDO:
PLANTA BAJA

LOCALIZACION
 AVENIDA EJE 10, ESQUINA CON CERRO DEL AGUA.
 COLONIA COPILCO
 DELEGACION: COYOACAN, CDMX

CROQUIS:

DATOS GENERALES

SIMBOLOGIA

	GLORO DE EJE
	INDICACION SENTIDO ESCALERA
	INDICACION CORTE DE ELEMENTO
	INDICACION SENTIDO RAMPA
	INDICACION SENTIDO PENDIENTE
	INDICACION NIVEL DE PISO TERMINADO
	INDICACION NIVEL DE PISO AJALZADO
	LÍNEA REFERENCIA DE CORTE EN PLANTA
	INDICACION CAMBIO DE PISO
	INDICACION CAMBIO DE PISO EN ALLEADO
	INDICACION DE ACCESO
	LÍNEA DE PROYECCION

NOTAS

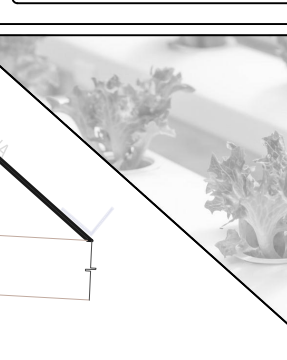
1. LAS COTAS Y NIVELES SIGEN SOBRE DIBUJO.
2. NO TOMAR COTAS A ESCALA DEL PLANO.
3. LAS COTAS SON A ESES O A PAREDES DE ALBALERIA, SEGUN SIMBOLOGIA.
4. LAS COTAS Y NIVELES DEBEN SER AVALUADOS Y RATIFICADOS EN OBRA POR LA SUPERVISION.

PROYECTO GRANJA VERTICAL

SINGULARES:
 ARQ. JESÚS MIGUEL DE LEÓN FLORES
 ARQ. JESÚS RAÚL GONZÁLEZ JACOME
 MTR. EN ARQ. LUIS SARAVIA CAMPOS

ALUMNOS:
 A. ESTEFANIA HERNÁNDEZ RÁMIREZ
 JAIME FRANCISCO GARCÍA LOZANO

FECHA: SEPTIEMBRE 2019 | **COTAS:** METROS | **ESCALA:** ESC



CONJUNTO / PLANTA BAJA

Avenida Eje 10



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ARQUITECTURA

TALLER:
DOMINGO GARCIA RAMOS



CONTENIDO:

PLANTA BAJA

LOCALIZACION

AVENIDA EJE 10, ESQUINA CON CERRO DEL AGUA.
COLONIA COPILCO
DELEGACION: COYOACAN, CDMX

CROQUIS:



DATOS GENERALES

SIMBOLOGIA

	LINEA DE EJE
	INDICACION SENTIDO ESCALERA
	INDICACION CORTE DE ELEMENTO
	INDICACION SENTIDO RAMPA
	INDICACION SENTIDO PENDIENTE
	INDICACION NIVEL DE PISO TERMINADO
	INDICACION NIVEL DE PISO AJALZADO
	LINEA REFERENCIA DE CORTE EN PLANTA
	INDICACION CAMBIO DE PISO
	INDICACION CAMBIO DE PISO EN ALZADO
	INDICACION DE ACCESO
	LINEA DE PROYECCION

NOTAS

1. LAS COTAS Y NIVELES RIGEN SOBRE DIBUJO.
2. NO TOMAR COTAS A ESCALA DEL PLANO.
3. LAS COTAS SON A ESES O A PUNTO DE ALBALERIA, SEGUN SIMBOLOGIA.
4. LAS COTAS Y NIVELES DEBEN SER VALIDADOS Y RATIFICADOS EN OBRA POR LA SUPERVISION.



PROYECTO GRANJA VERTICAL

SINGULARES:
ARQ. JESÚS MIGUEL DE LEÓN FLORES
ARQ. JESÚS RAÚL GONZÁLEZ JACOME
MTR. EN ARQ. LUIS SARAVIA CAMPOS

ALUMNOS:
A. ESTEFANIA HERNÁNDEZ RÁMIREZ
JAIME FRANCISCO GARCÍA LOZANO

FECHA: SEPTIEMBRE 2019 | COTAS: METROS | ESCALA: ESC

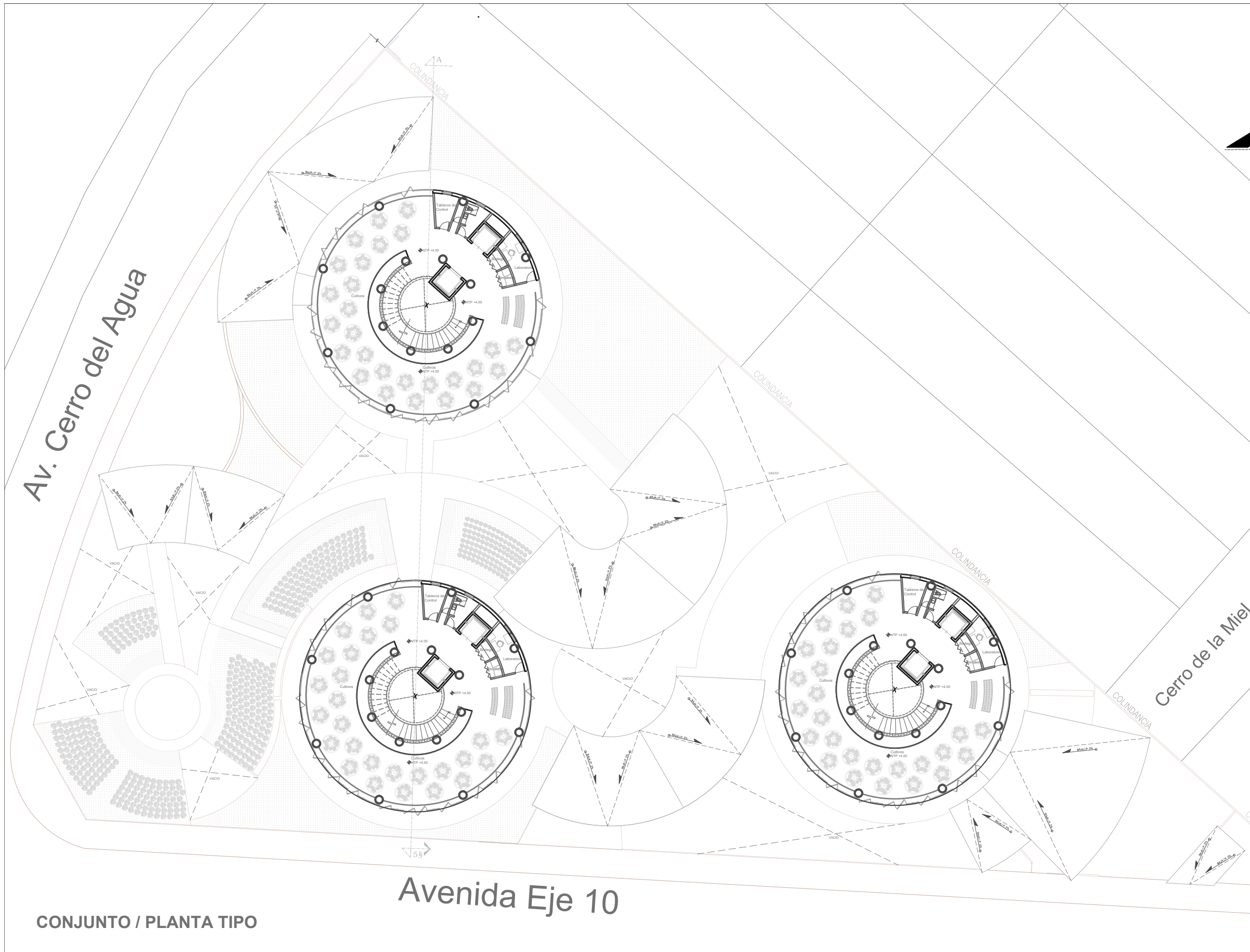


Av. Cerro del Agua

Cerro de la Miel

Avenida Eje 10

CONJUNTO CON COTAS / PLANTA BAJA



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ARQUITECTURA

TALLER:
DOMINGO GARCIA RAMOS



CONTENIDO:
PLANTA 1ER NIVEL/TIPO

LOCALIZACION
AVENIDA EJE 10, ESQUINA CON CERRO DEL AGUA.
COLONIA COPILCO
DELEGACION: COYOACAN, CDMX

CROQUIS:

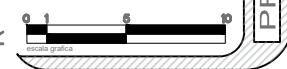
DATOS GENERALES

SIMBOLOGIA

	LINEA DE EJE
	INDICACION SENTIDO ESCALERA
	INDICACION CORTE DE ELEMENTO
	INDICACION SENTIDO RAMPA
	INDICACION SENTIDO PENDIENTE
	INDICACION NIVEL DE PISO TERMINADO
	INDICACION NIVEL DE PISO ALZADO
	LINEA REFERENCIA DE CORTE EN PLANTA
	INDICACION CAMBIO DE PISO
	INDICACION CAMBIO DE PISO EN ALZADO
	INDICACION DE ACCESO
	LINEA DE PROYECCION

NOTAS

1. LAS COTAS Y NIVELES RIGEN SOBRE DIBUJO.
2. NO TOMAR COTAS A ESCALA DEL PLANO.
3. LAS COTAS SON A ESE O A PISO DE ALBALERIA, SEGUN SIMBOLOGIA.
4. LAS COTAS Y NIVELES DEBEN SER AVALUADOS Y RATIFICADOS EN OBRA POR LA SUPERVISION.

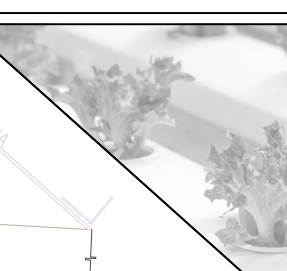


PROYECTO GRANJA VERTICAL

SINGULARES:
ARQ. JESÚS MIGUEL DE LEÓN FLORES
ARQ. JESÚS RAÚL GONZÁLEZ JACOME
MTR. EN ARQ. LUIS SARAVIA CAMPOS

ALUMNOS:
A. ESTEFANIA HERNÁNDEZ RÁMIREZ
JAIME FRANCISCO GARCÍA LOZANO

FECHA: SEPTIEMBRE 2019 | COTAS: METROS | ESCALA: ESC

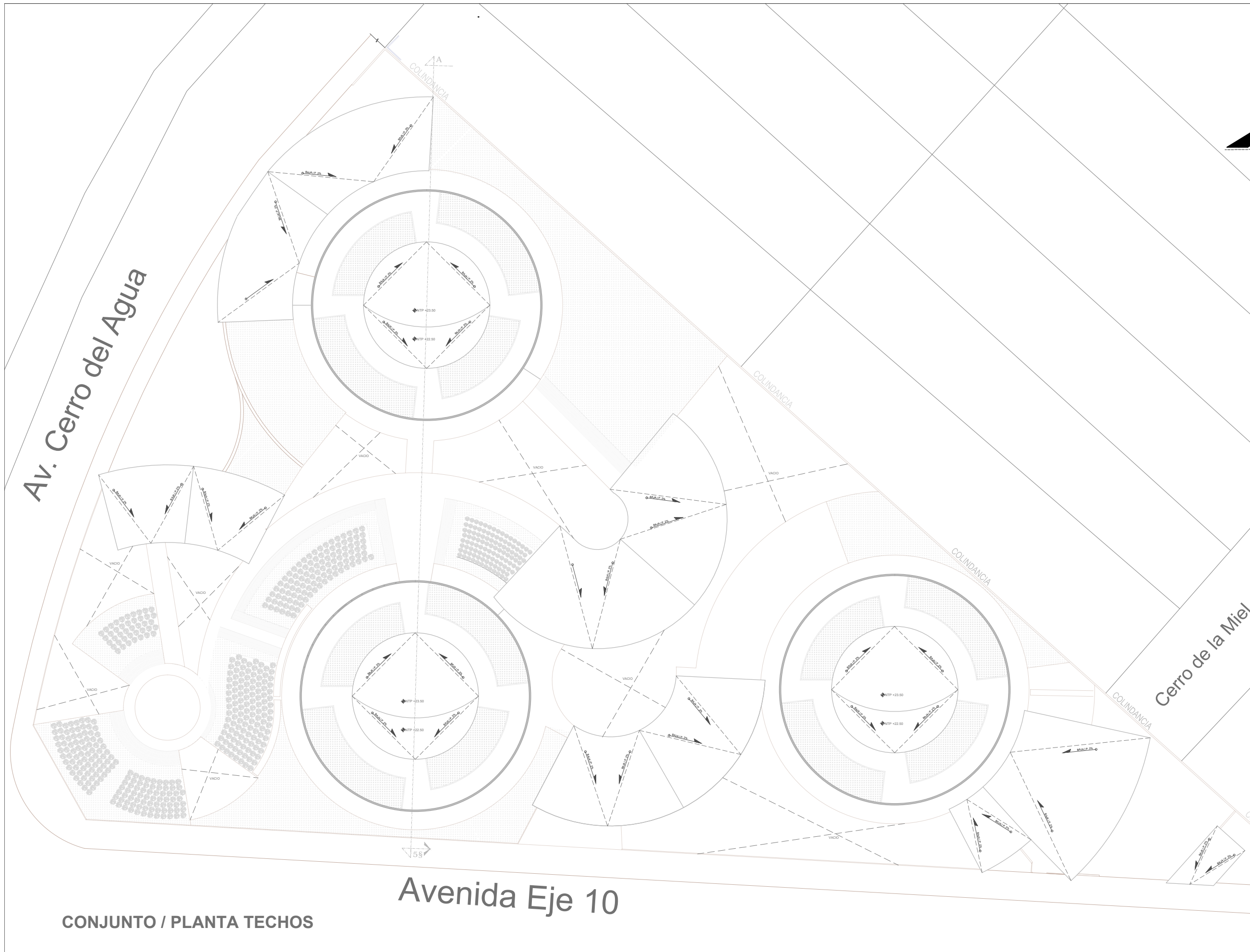


Av. Cerro del Agua

Avenida Eje 10

Cerro de la Miel

CONJUNTO / PLANTA TIPO



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ARQUITECTURA

TALLER:
DOMINGO GARCIA RAMOS



CONTENIDO:
**PLANTA DE
TECHOS**

LOCALIZACION

AVENIDA EJE 10, ESQUINA CON CERRO
DEL AGUA.
COLONIA COPILCO
DELEGACION: COYOACAN, CDMX

CROQUIS:

DATOS GENERALES

SIMBOLOGIA	
	GLORO DE EJE
	INDICACION SENTIDO ESCALERA
	INDICACION CORTE DE ELEMENTO
	INDICACION SENTIDO RAMPA
	INDICACION SENTIDO PENDIENTE
	INDICACION NIVEL DE PISO TERMINADO
	INDICACION NIVEL DE PISO ALZADO
	LINEA REFERENCIA DE CORTE EN PLANTA
	INDICACION CAMBIO DE PISO
	INDICACION CAMBIO DE PISO EN ALADO
	INDICACION DE ACCESO
	LINEA DE PROYECCION

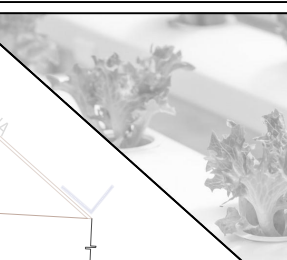
- NOTAS
1. LAS COTAS Y NIVELES RIGEN SOBRE DIBUJO.
 2. NO TOMAR COTAS A ESCALA DEL PLANO.
 3. LAS COTAS SON A ESE O A PUNTO DE ALBERGIA, SEGUN SIMBOLOGIA.
 4. LAS COTAS Y NIVELES DEBEN SER AVALUADOS Y RATIFICADOS EN OBRA POR LA SUPERVISION.



SINGULARES:
ARQ. JESÚS MIGUEL DE LEÓN FLORES
ARQ. JESÚS RAÚL GONZÁLEZ JACOME
MTR. EN ARQ. LUIS SARAVIA CAMPOS

ALUMNOS:
A. ESTEFANIA HERNÁNDEZ RÁMIREZ
JAIME FRANCISCO GARCÍA LOZANO

FECHA: SEPTIEMBRE 2019 | COTAS: METROS | ESCALA: ESC

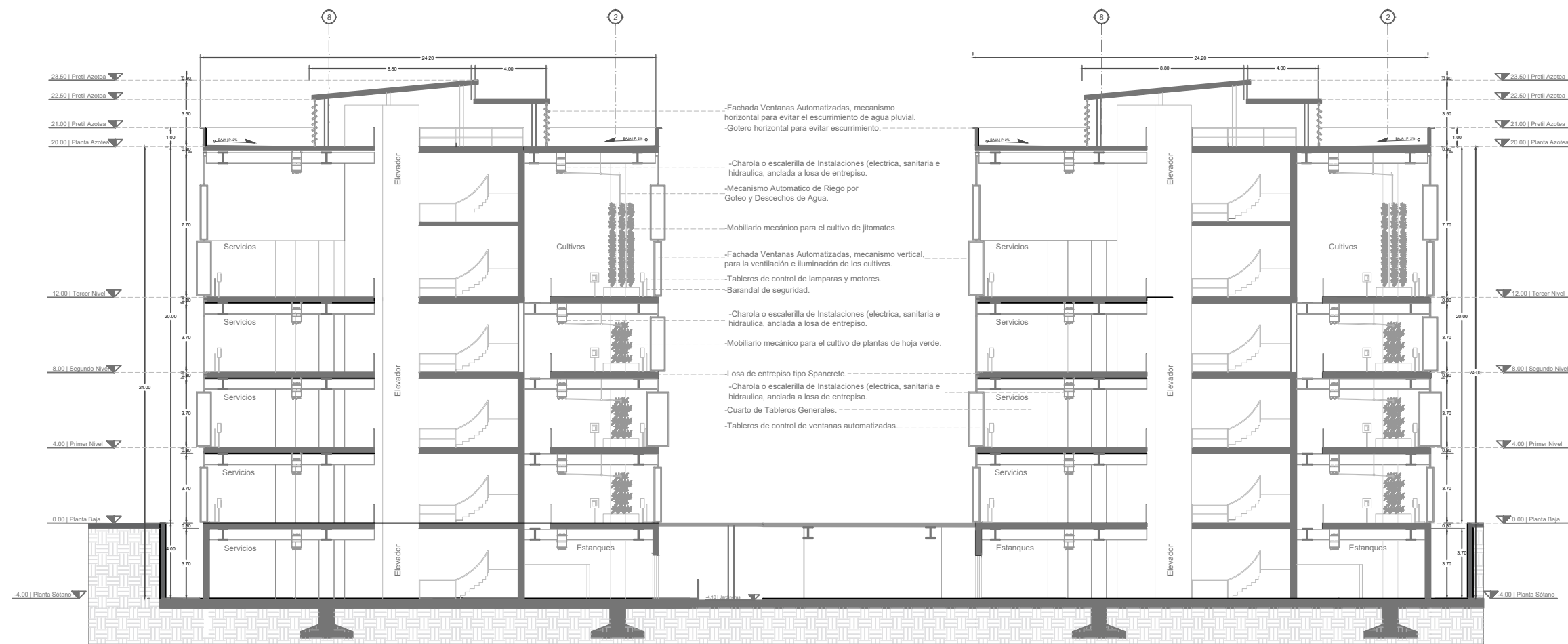
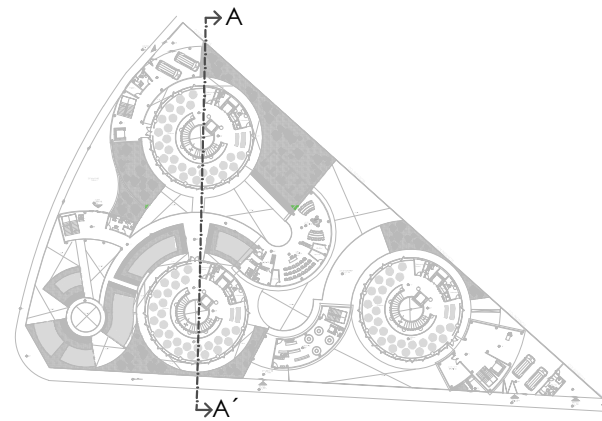


PROYECTO GRANJA VERTICAL

ARQUITECTURA

CONJUNTO / PLANTA TECHOS

Avenida Eje 10

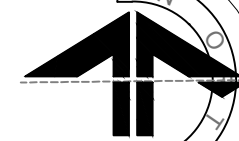


CORTE LONGITUDINAL A-A'



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ARQUITECTURA

TALLER:
DOMINGO GARCIA RAMOS



CONTENIDO:

CORTE ARQUITECTONICO

LOCALIZACION

AVENIDA EJE 10, ESQUINA CON CERRO DEL AGUA.
COLONIA COPILCO
DELEGACION: COYOACAN, CDMX

CROQUIS:

DATOS GENERALES

SIMBOLOGÍA	
	GLÓBO DE EJE
	LÍNEA DE EJE
	INDICACIÓN SENTIDO ESCALERA
	INDICACIÓN CORTE DE ELEMENTO
	INDICACIÓN SENTIDO RAMPA
	INDICACIÓN SENTIDO PENDIENTE
	INDICACIÓN NIVEL DE PISO TERMINADO
	INDICACIÓN NIVEL DE PISO (ALZADO)
	LÍNEA REFERENCIA DE CORTE EN PLANTA
	INDICACIÓN CAMBIO DE PISO
	INDICACIÓN CAMBIO DE PISO EN ALZADO
	INDICACIÓN DE ACCESO
	LÍNEA DE PROYECCIÓN

- NOTAS
1. LAS COTAS Y NIVELES RISEN SOBRE DIBUJO. NO TOMAR COTAS A ESCALA DEL PLANO.
 2. LAS COTAS SON A EJES O A PAÑOS DE ALBANELERA, SEGUN SIMBOLOGIA.
 3. LAS COTAS Y NIVELES DEBEN SER AVALADAS Y RATIFICADAS EN OBRA POR LA SUPERVISIÓN.



PROYECTO GRANJA VERTICAL

SINDIALES:
ARQ. JESÚS MIGUEL DE LEÓN FLORES
ARQ. JESÚS RAÚL GONZÁLEZ JACOME
MTR. EN ARQ. LUIS SARAVIA CAMPOS

ALUMNOS:
A. ESTEFANIA HERNÁNDEZ RÁMIREZ
JAIME FRANCISCO GARCIA LOZANO

FECHA: SEPTIEMBRE 2019 | COTAS: METROS | ESCALA: ESC



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ARQUITECTURA

TALLER:
DOMINGO GARCIA RAMOS

CONTENIDO:
FACHADAS

LOCALIZACION

AVENIDA EJE 10, ESQUINA CON CERRO DEL AGUA.
COLONIA COPILCO
DELEGACION: COYOACAN, CDMX

CROQUIS:

DATOS GENERALES

SIMBOLOGÍA	
	GLORIO DE EJE
	LÍNEA DE EJE
	INDICACIÓN SENTIDO
	INDICACIÓN CORTE DE ELEMENTO
	INDICACIÓN SENTIDO RAMPA
	INDICACIÓN NIVEL DE PISO PENDIENTE
	INDICACIÓN NIVEL DE PISO TERMINADO
	INDICACIÓN NIVEL DE PISO (ALZADO)
	LÍNEA REFERENCIA DE CORTE EN PLANTA
	INDICACIÓN CAMBIO DE PISO
	INDICACIÓN CAMBIO DE PISO EN ALZADO
	INDICACIÓN DE ACCESO
	LÍNEA DE PROYECCIÓN

- NOTAS
1. LAS COTAS Y NIVELES SIGEN SOBRE DIBUJO.
 2. NO TOMAR COTAS A ESCALA DEL PLANO.
 3. LAS COTAS SON A EJE O A PAROS DE ALBAÑILERÍA, SEGÚN SIMBOLOGÍA.
 4. LAS COTAS Y NIVELES DEBEN SER OVALADAS Y RATIFICADAS EN OBRA POR LA SUPERVISIÓN.

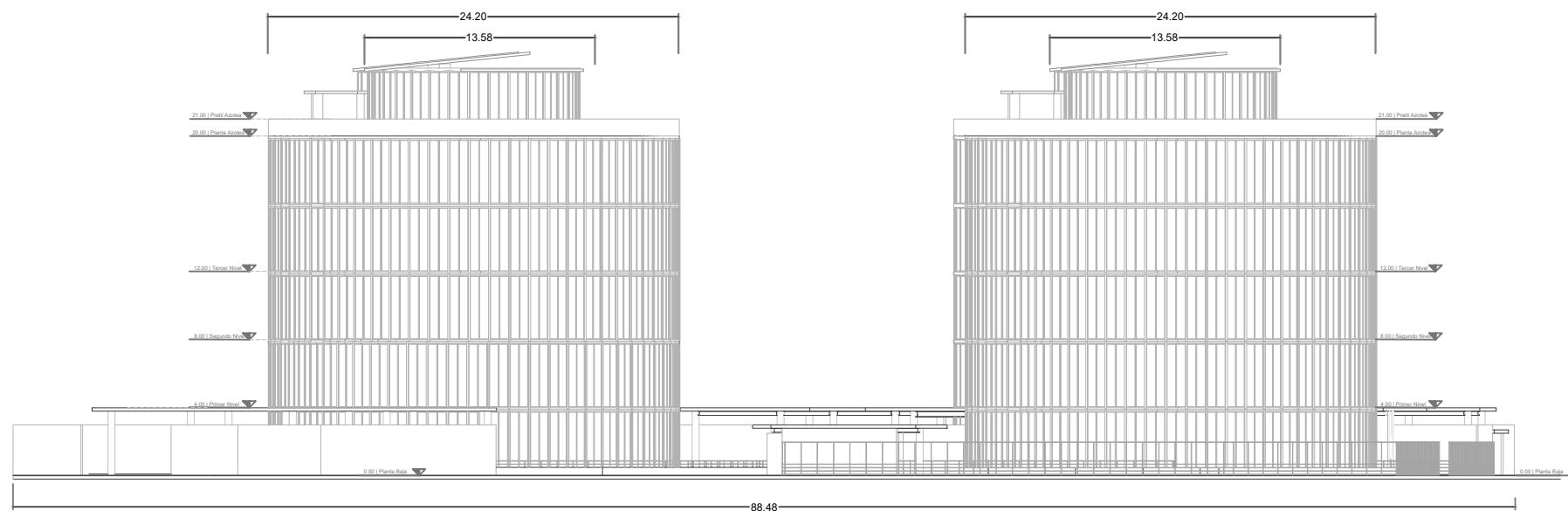


SINODALES:
ARQ. JESÚS MIGUEL DE LEÓN FLORES
ARQ. JESÚS RAÚL GONZÁLEZ JACOME
MTRÓ. EN ARQ. LUIS SARAVIA CAMPOS

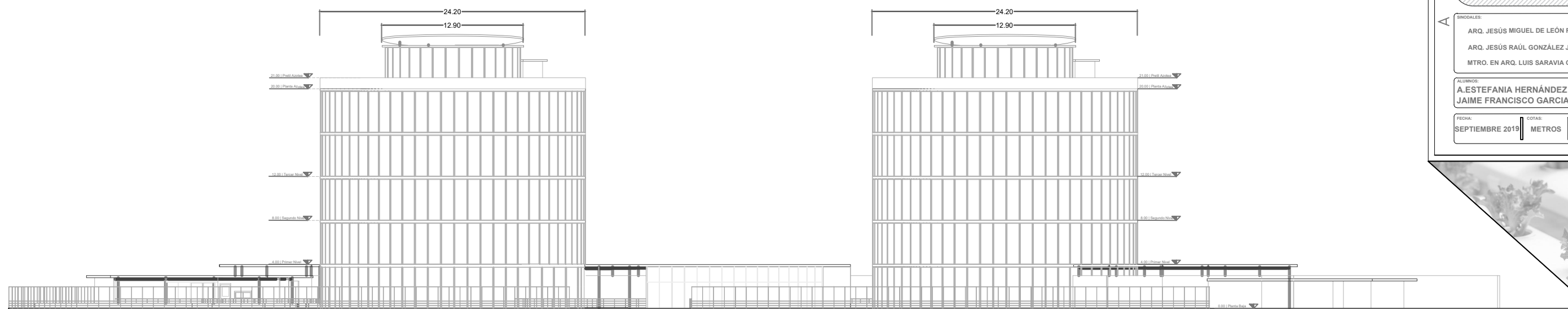
ALUMNOS:
A.ESTEFANIA HERNÁNDEZ RÁMIREZ
JAIME FRANCISCO GARCÍA LOZANO

FECHA: SEPTIEMBRE 2019 | COTAS: METROS | ESCALA: ESC

PROYECTO GRANJA VERTICAL

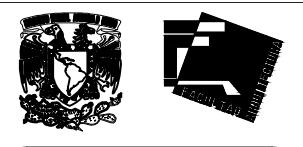
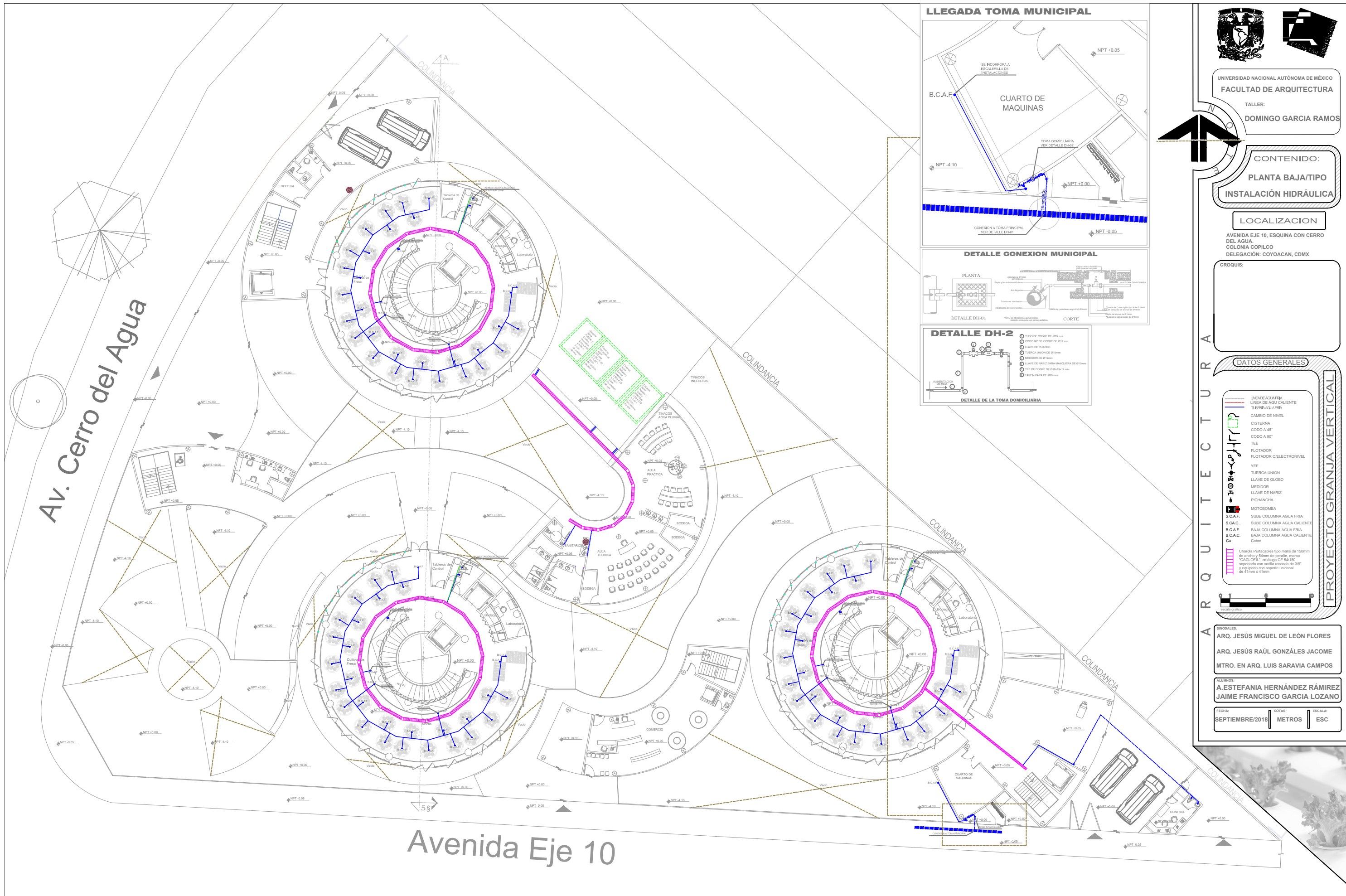


FACHADA OESTE



FACHADA SUR

PLANOS INSTALACIONES /
CONJUNTO.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ARQUITECTURA
 TALLER:
DOMINGO GARCIA RAMOS

CONTENIDO:
 PLANTA BAJA/TIPO
 INSTALACIÓN HIDRÁULICA

LOCALIZACION
 AVENIDA EJE 10, ESQUINA CON CERRO DEL AGUA,
 COLONIA COPILCO
 DELEGACIÓN: COYOACAN, CDMX

CROQUIS:

DATOS GENERALES

PROYECTO GRANJA VERTICAL

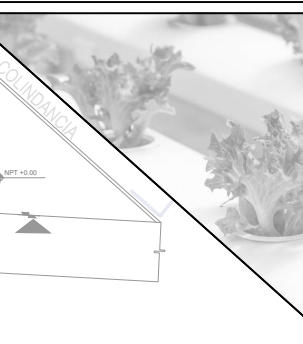
- LINEA AGUA FRÍA
- LINEA DE AGUA CALIENTE
- TUBERIA AGUA FRÍA
- TUBERIA AGUA CALIENTE
- CAMBIO DE NIVEL
- CISTERNA
- CODO A 45°
- CODO A 90°
- TEE
- FLOTADOR
- FLOTADOR C/ELECTRONIVEL
- YEE
- TUERCA UNION
- LLAVE DE GLOBO
- MEDIDOR
- LLAVE DE NARIZ
- PICHANCHA
- MOTOBOMBA
- S.C.A.F. SUBE COLUMNA AGUA FRÍA
- S.C.A.C. SUBE COLUMNA AGUA CALIENTE
- B.C.A.F. BAJA COLUMNA AGUA FRÍA
- B.C.A.C. BAJA COLUMNA AGUA CALIENTE
- Cu Cobre

Charris Profesionales tipo malla de 150mm de ancho y 54mm de peralte, marca "CALCOPIL", catálogo CF 84100 soportada con varilla rosca de 3/8" y equipada con soporte unicanal de 41mm x 41mm.

PROFESIONALES:
 ARQ. JESÚS MIGUEL DE LEÓN FLORES
 ARQ. JESÚS RAÚL GONZÁLES JACOME
 MTRO. EN ARQ. LUIS SARAVIA CAMPOS

ALUMNOS:
 A.ESTEFANIA HERNÁNDEZ RÁMIREZ
 JAIME FRANCISCO GARCÍA LOZANO

FECHA: SEPTIEMBRE/2018 | **DOTAS:** METROS | **ESCALA:** ESC





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ARQUITECTURA

TALLER:
DOMINGO GARCIA RAMOS



CONTENIDO:
CTO. DE CISTERNAS
DETALLES

LOCALIZACION

AVENIDA EJE 10, ESQUINA CON CERRO DEL AGUA.
COLONIA COPILCO
DELEGACION: COYOACAN, CDMX

CROQUIS:



DATOS GENERALES



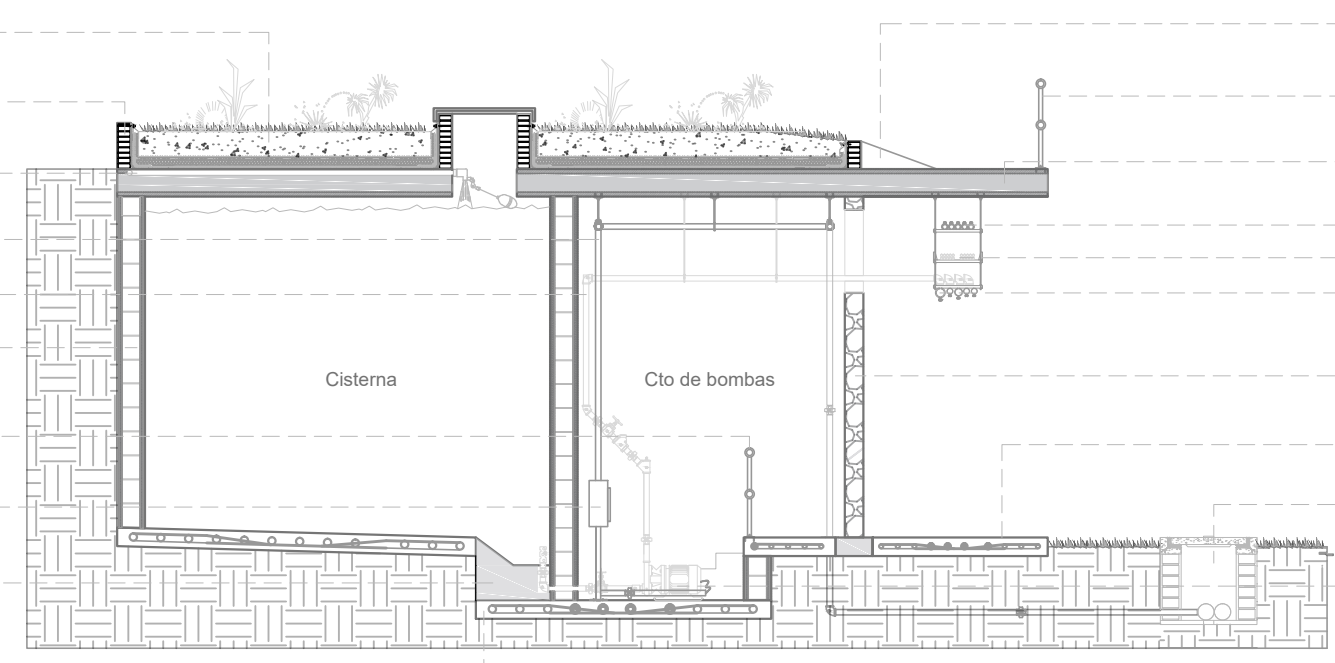
PROYECTO GRANJA VERTICAL

PROFESORES:
ARQ. JESÚS MIGUEL DE LEÓN FLORES
ARQ. JESÚS RAÚL GONZÁLEZ JACOME
MTRO. EN ARQ. LUIS SARAVIA CAMPOS

ALUMNOS:
A.ESTEFANIA HERNÁNDEZ RÁMIREZ
JAIME FRANCISCO GARCIA LOZANO

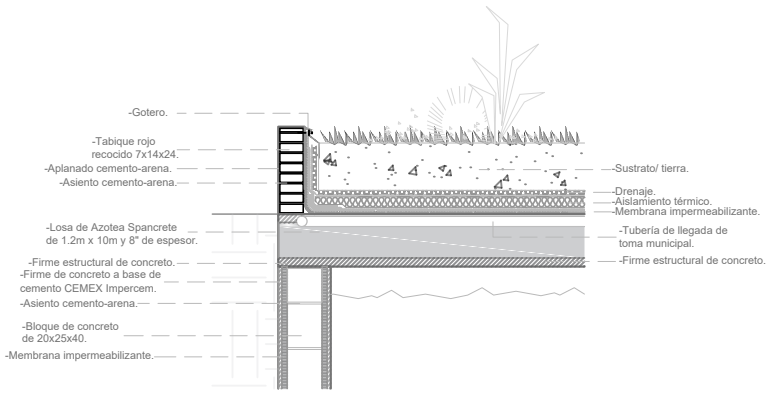
FECHA: SEPTIEMBRE 2018 COTAS: METROS ESCALA: ESC

- Azotea vegetal.
- Murete de tabique rojo recocido 7x14x24.
- Tubería de llegada de toma municipal.
- Tubería instalación eléctrica.
- Tubería instalación hidraulica.
- Bloque de concreto de 20x25x40.
- Barandal metálico de seguridad.
- Tablero eléctrico de control de electrobomas.
- Pretil de concreto colado en sitio.
- Losas de concreto armado de 20 cm de espesor.

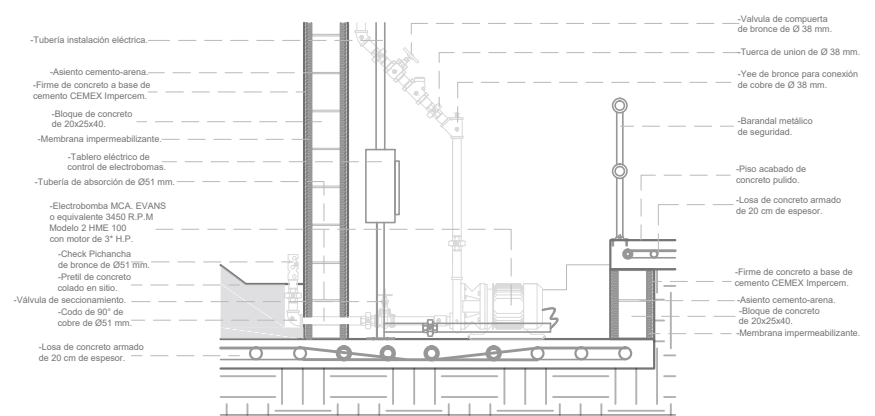


- Rampa de concreto.
- Barandal metálico de seguridad.
- Losas de Azotea Spancrete de 1.2m x 6m y 8" de espesor, con firme estructural.
- Tubería de instalación eléctrica.
- Cableado de voz y datos.
- Tuberías de instalación hidraulica, sanitaria y contra incendios.
- Muro de piedra sacada en sitio de 20 cm de espesor.
- Losas de concreto armado de 20 cm de espesor.
- Registro eléctrico de 60x60x60cm.
- Electrobomba MCA. EVANS o equivalente 3450 R.P.M Modelo 2 HME 100 con motor de 3/4 H.P.

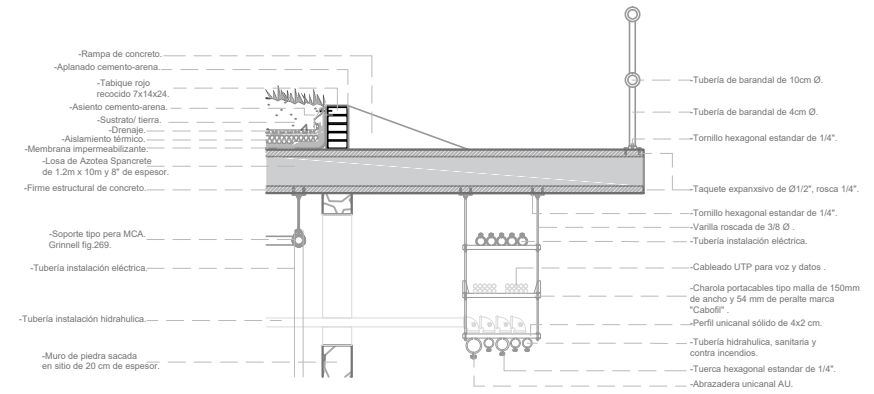
CORTE DE DETALLE / CTO. DE CISTERNAS



CORTE POR FACHADA / AZOTEA VERDE

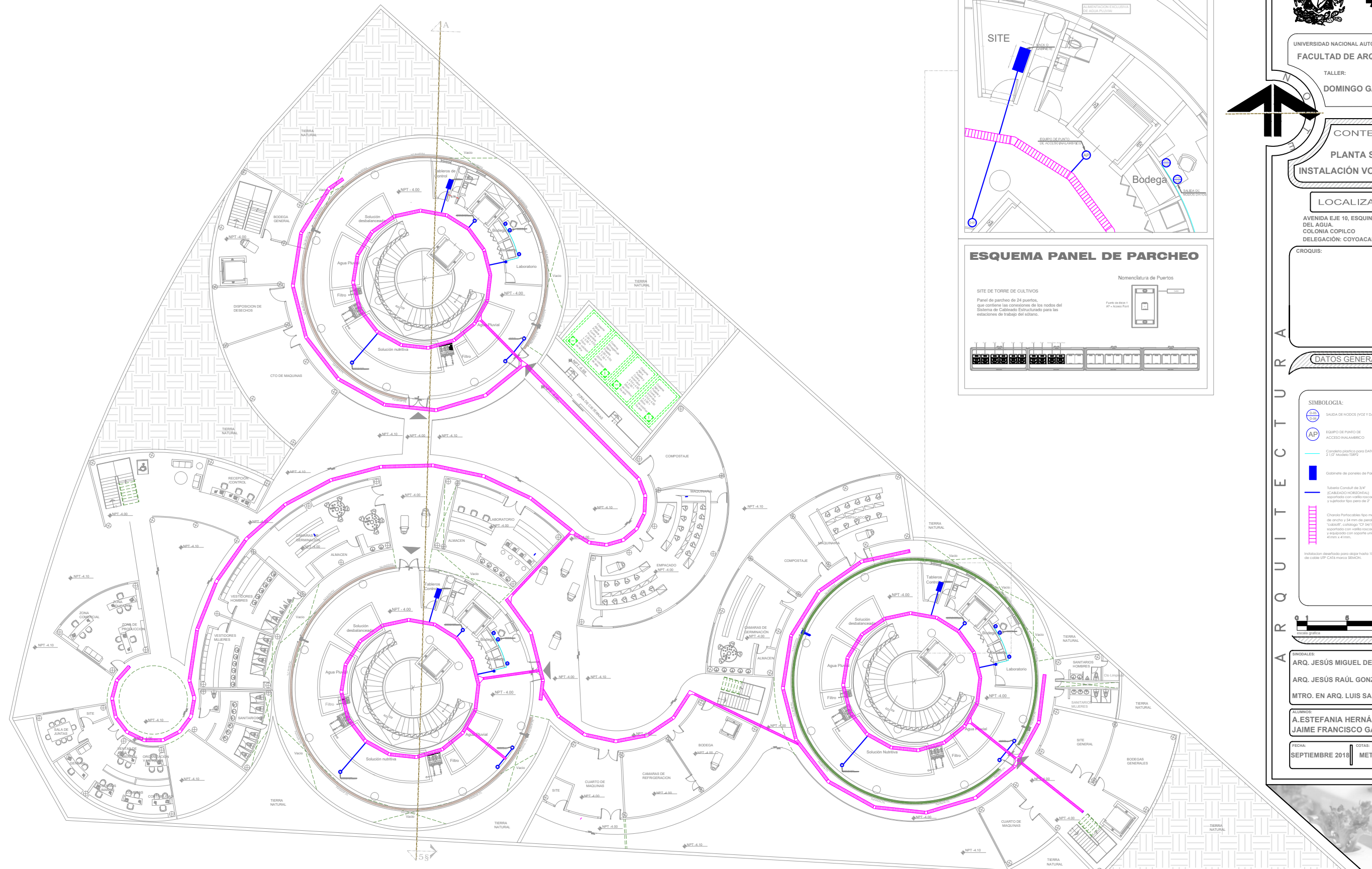


CORTE POR FACHADA / MOTOBOMBA Y CISTERNA

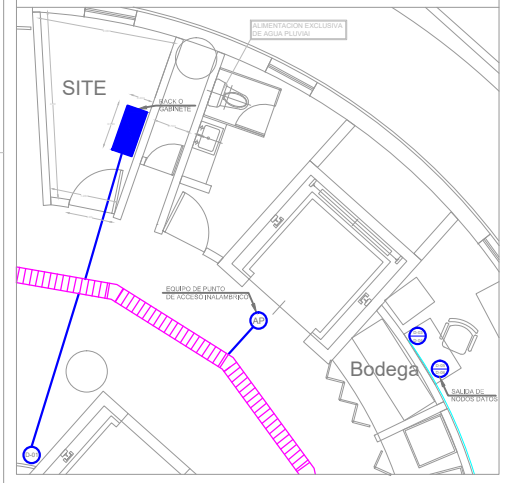


CORTE POR FACHADA / CHAROLA DE INSTALACIONES

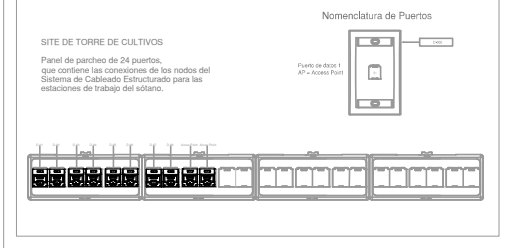




SITE / TORRE DE CULTIVOS



ESQUEMA PANEL DE PARCHEO



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ARQUITECTURA

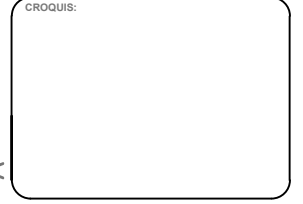
TALLER:
DOMINGO GARCIA RAMOS



CONTENIDO:
PLANTA SÓTANO
INSTALACIÓN VOZ Y DATOS

LOCALIZACION

AVENIDA EJE 10, ESQUINA CON CERRO DEL AGUA.
COLONIA COPILCO
DELEGACION: COYOACAN, CDMX



DATOS GENERALES

SIMBOLOGIA:

- SALIDA DE NODOS (VOZ Y DATOS)
- EQUIPO DE PUNTO DE ACCESO ALAMBICADO
- Conexión física para DATOS de 2 UTP Módulos 100M
- Gabinete de paneles de Parcheo (RACK)
- Tuberia Conduit de 3/4" (CABLEADO HORIZONTAL) equipado con varilla marcada de 3/8" y sujetador tipo para de 2"
- Conexión Física tipo malla de 150mm de ancho y 54 mm de perfil, marca "COMNET" catálogo "C1 44101" equipada con varilla marcada de 3/8" y sujetador con soporte unificador de 41mm x 41mm.

Instalación diseñada para agua hasta 100 nodos de cable UTP Cat5e marca SENEC.

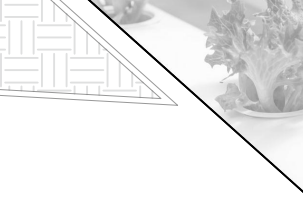
PROYECTO GRANJA VERTICAL

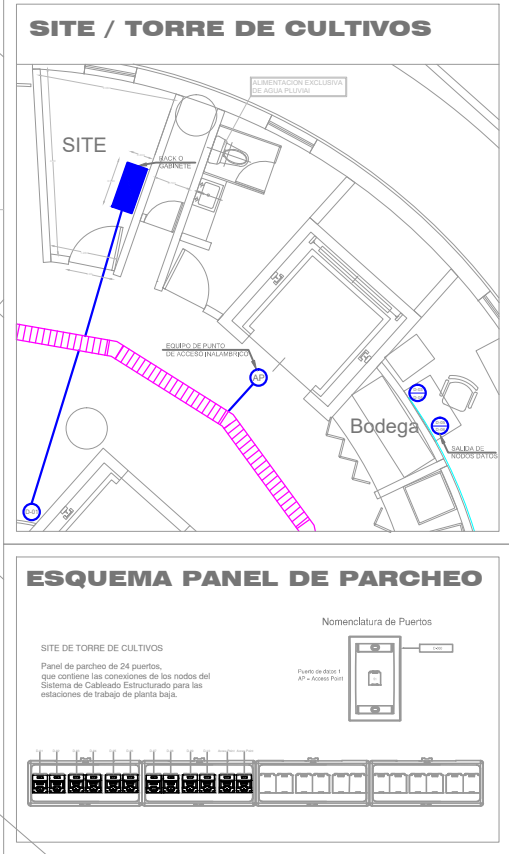
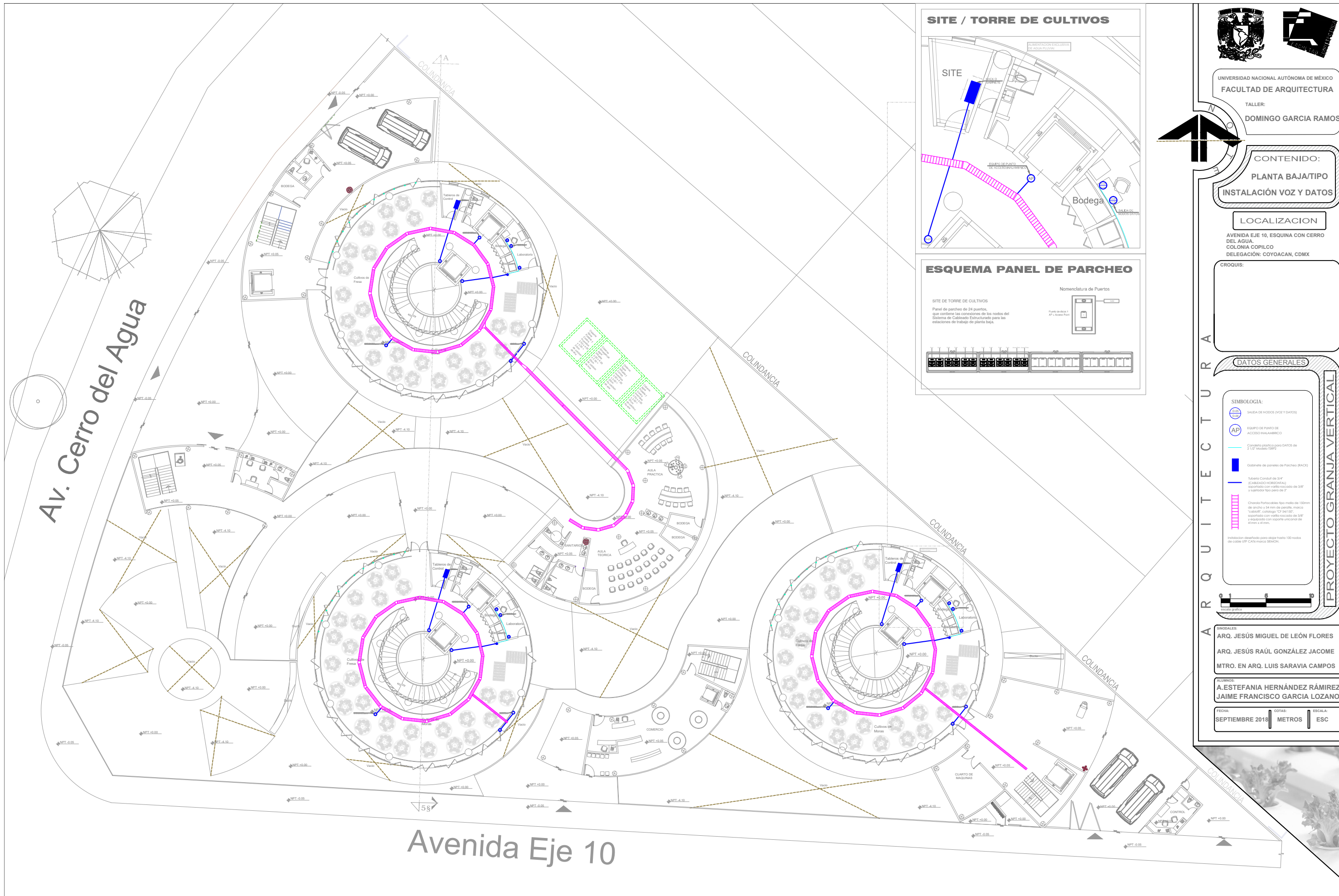
ARQUITECTOS:
ARQ. JESÚS MIGUEL DE LEÓN FLORES
ARQ. JESÚS RAÚL GONZÁLEZ JACOME

MTRO. EN ARQ. LUIS SARAVIA CAMPOS

ALUMNOS:
A.ESTEFANIA HERNÁNDEZ RÁMIREZ
JAIME FRANCISCO GARCÍA LOZANO

FECHA: SEPTIEMBRE 2018 | COTAS: METROS | ESCALA: ESC





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ARQUITECTURA
 TALLER:
DOMINGO GARCIA RAMOS



CONTENIDO:
PLANTA BAJA/TIPO
INSTALACIÓN VOZ Y DATOS

LOCALIZACION
 AVENIDA EJE 10, ESQUINA CON CERRO DEL AGUA,
 COLONIA COPILCO
 DELEGACION: COYOACAN, CDMX

CROQUIS:

DATOS GENERALES

SIMBOLOGIA:

- SALIDA DE NODOS (VOZ Y DATOS)
- EQUIPO DE PUNTO DE ACCESO BALAMBICO
- Conexión física para DATOS de 2 UTP (modos 100M)
- Gabinete de parcheo de Parcheo (RACK)
- Tablero Conduit de 3/4" (CABLEADO HORIZONTAL) equipado con varilla marcada de 3/8" y sujetador tipo para de 2"
- Conexión Portable tipo moleta de 150mm de ancho y 54 mm de perfil, marca "CONNET" catálogo "C1" serie "C1" equipada con varilla marcada de 3/8" y equipado con soporte unificador de 40mm x 41mm.

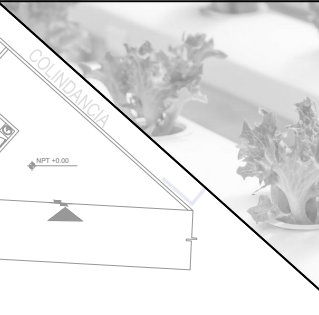
Instalación diseñada para unir hasta 100 nodos de cable UTP Cat5e marca 350MHz.

DISEÑADORES:
 ARQ. JESÚS MIGUEL DE LEÓN FLORES
 ARQ. JESÚS RAÚL GONZÁLEZ JACOME
 MTRO. EN ARQ. LUIS SARAVIA CAMPOS

ALUMNOS:
 A.ESTEFANIA HERNÁNDEZ RÁMIREZ
 JAIME FRANCISCO GARCIA LOZANO

FECHA: SEPTIEMBRE 2018 | **UNIDADES:** METROS | **ESCALA:** ESC

PROYECTO GRANJA VERTICAL



PLANOS ARQUITECTÓNICOS /
TORRE DE CULTIVOS.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ARQUITECTURA

TALLER:
DOMINGO GARCIA RAMOS



CONTENIDO:

TORRE DE CULTIVOS
PLANTA SÓTANO

LOCALIZACION

AVENIDA EJE 10, ESQUINA CON CERRO DEL AGUA.
COLONIA COPILCO
DELEGACION: COYOACAN, CDMX

CROQUIS:

DATOS GENERALES

SIMBOLOGIA	
	LINEA DE EJE
	INDICACION SENTIDO ESCALERA
	INDICACION CORTE DE ELEMENTO
	INDICACION SENTIDO RAMPA
	INDICACION NIVEL DE PISO
	INDICACION NIVEL DE PISO TERMINADO
	INDICACION NIVEL DE PISO (ALZADO)
	INDICACION CAMBIO DE PISO
	INDICACION CAMBIO DE PISO EN PLANTA
	INDICACION CAMBIO DE PISO EN ALZADO
	INDICACION DE ACCESO
	LINEA DE PROYECCION

NOTAS:
1. LAS COTAS Y NIVELES RIGEN SOBRE DIBUJO.
2. NO TOMAR COTAS A ESCALA DEL PLANO.
3. LAS COTAS SON A EJE O A PISO DE ALBOLERIA, SEGUN SIMBOLOGIA.
4. LAS COTAS Y NIVELES DEBEN SER AVALUADAS Y RATIFICADAS EN OBRA POR LA SUPERVISION.

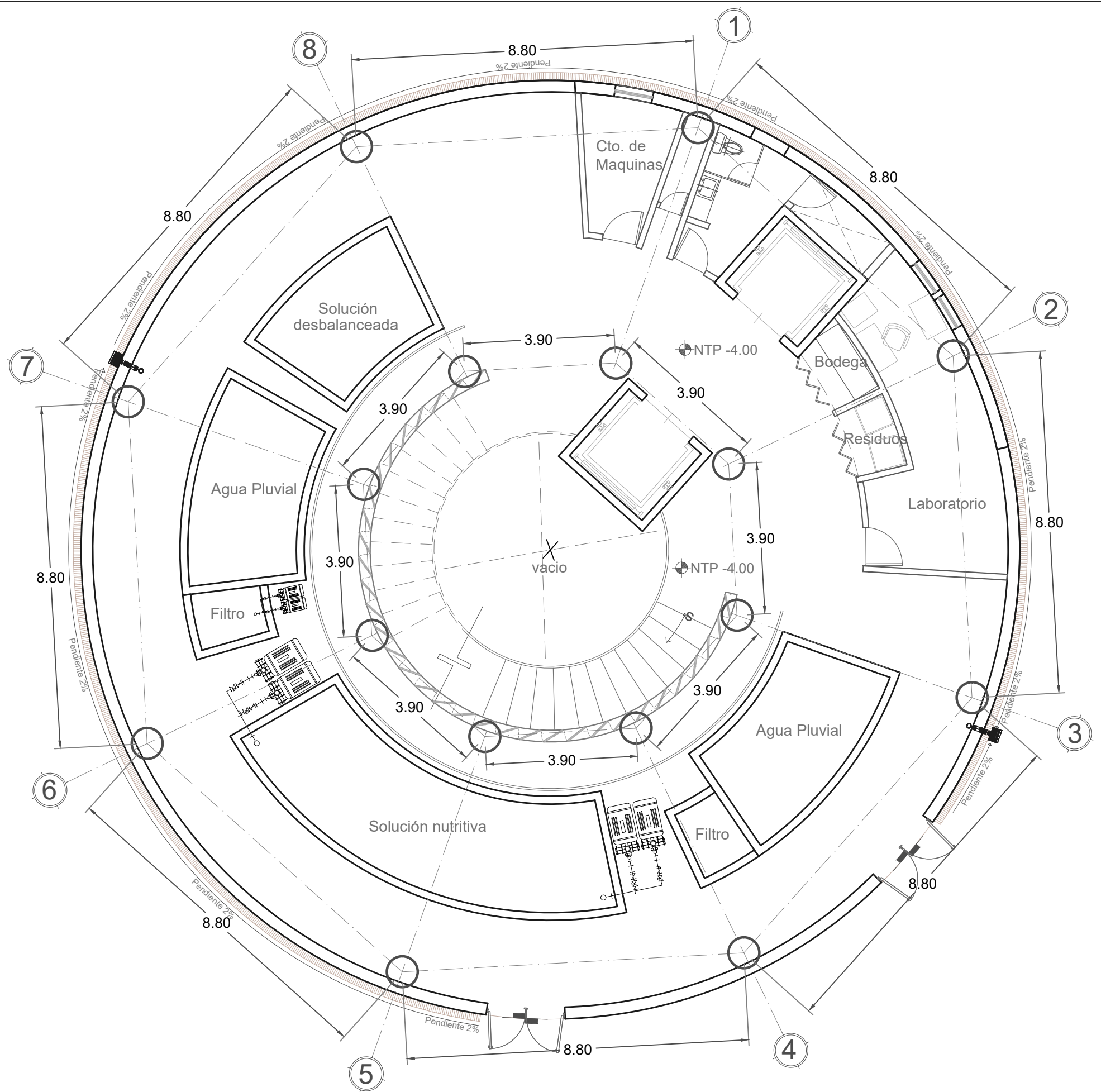
escala grafica

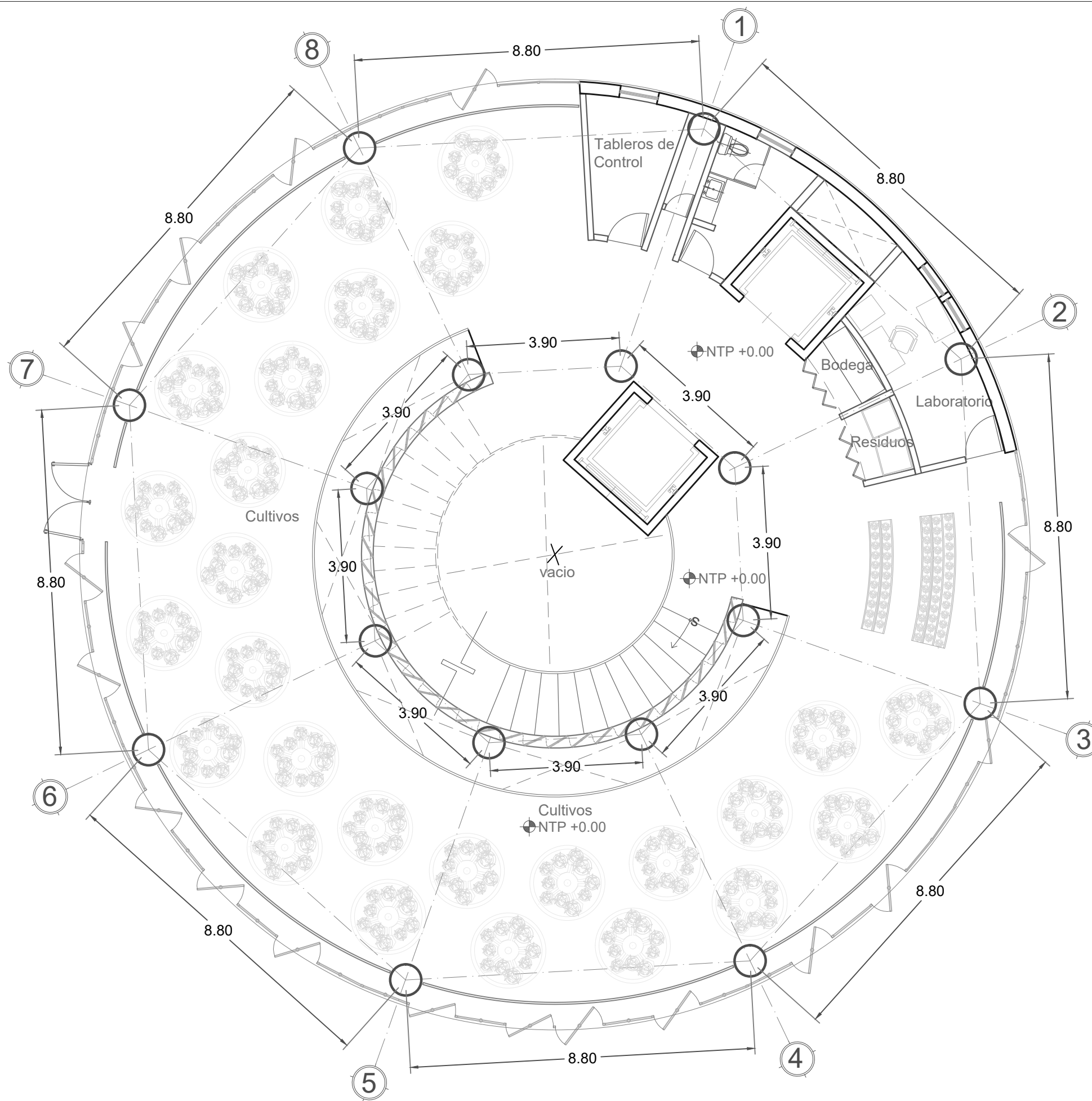
PROFESORES:
ARQ. JESÚS MIGUEL DE LEÓN FLORES
ARQ. JESÚS RAÚL GONZÁLEZ JACOME
INTRO. EN ARQ. LUIS SARAVIA CAMPOS

ALUMNOS:
A.ESTEFANIA HERNÁNDEZ RÁMIREZ
JAIME FRANCISCO GARCIA LOZANO

FECHA: SEPTIEMBRE 2019 | COTAS: METROS | ESCALA: ESC

PROYECTO GRANJA VERTICAL





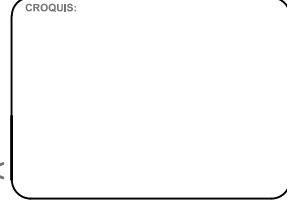
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ARQUITECTURA

TALLER:
DOMINGO GARCIA RAMOS



CONTENIDO:
**TORRE DE CULTIVOS
PLANTA BAJA**

LOCALIZACION
AVENIDA EJE 10, ESQUINA CON CERRO
DEL AGUA,
COLONIA COPILCO
DELEGACION: COYOACAN, CDMX



DATOS GENERALES

SIMBOLOGIA	
	GRUPO DE EJE
	INDICACION SENTIDO ESCALERA
	INDICACION CORTE DE ELEMENTO
	INDICACION SENTIDO RAMPA
	INDICACION SENTIDO PENDIENTE
	INDICACION NIVEL DE PISO TERMINADO
	INDICACION NIVEL DE PISO (ALZADO)
	INDICACION CAMBIO DE PISO
	INDICACION CAMBIO DE PISO EN ALADO
	INDICACION DE ACCESO
	LINEA DE PROYECCION

- NOTAS
1. LAS COTAS Y NIVELES RIGEN SOBRE DIBUJO.
 2. NO TOMAR COTAS A ESCALA DEL PLANO.
 3. LAS COTAS SON A EJE O A PUNTO DE ALBERERIA, SEGUN SIMBOLOGIA.
 4. LAS COTAS Y NIVELES DEBEN SER AVALUADOS Y RATIFICADOS EN OBRA POR LA SUPERVISION.



PROYECTOS:
ARQ. JESÚS MIGUEL DE LEÓN FLORES
ARQ. JESÚS RAÚL GONZÁLEZ JACOME

INTRO. EN ARQ. LUIS SARAVIA CAMPOS

ALUMNOS:
A.ESTEFANIA HERNÁNDEZ RÁMIREZ
JAIME FRANCISCO GARCIA LOZANO

FECHA: SEPTIEMBRE 2019 | COTAS: METROS | ESCALA: ESC



PROYECTO GRANJA VERTICAL

ARQUITECTURA



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ARQUITECTURA

TALLER:
DOMINGO GARCIA RAMOS



CONTENIDO:

TORRE DE CULTIVOS
PLANTA ALTA/TIPO

LOCALIZACION

AVENIDA EJE 10, ESQUINA CON CERRO DEL AGUA.
COLONIA COPILCO
DELEGACION: COYOACAN, CDMX

CROQUIS:

DATOS GENERALES

SIMBOLOGIA	
	GRUPO DE EJE
	INDICACION SENTIDO ESCALERA
	INDICACION CORTE DE ELEMENTO
	INDICACION SENTIDO RAMPA
	INDICACION SENTIDO PENDIENTE
	INDICACION NIVEL DE PISO TERMINADO
	INDICACION NIVEL DE PISO (ALZADOS)
	INDICACION CAMBIO DE PISO
	LINEA REFERENCIA DE CORTE EN PLANTA
	INDICACION CAMBIO DE PISO EN ALZADO
	INDICACION DE ACCESO
	LINEA DE PROYECCION

- NOTAS
1. LAS COTAS Y NIVELES RIGEN SOBRE DIBUJO.
 2. NO TOMAR COTAS A ESCALA DEL PLANO.
 3. LAS COTAS SON A ESE O A PROYECTO DE ALBERGIA, SEGUN SIMBOLOGIA.
 4. LAS COTAS Y NIVELES DEBEN SER AVALUADOS Y RATIFICADOS EN OBRA POR LA SUPERVISION.



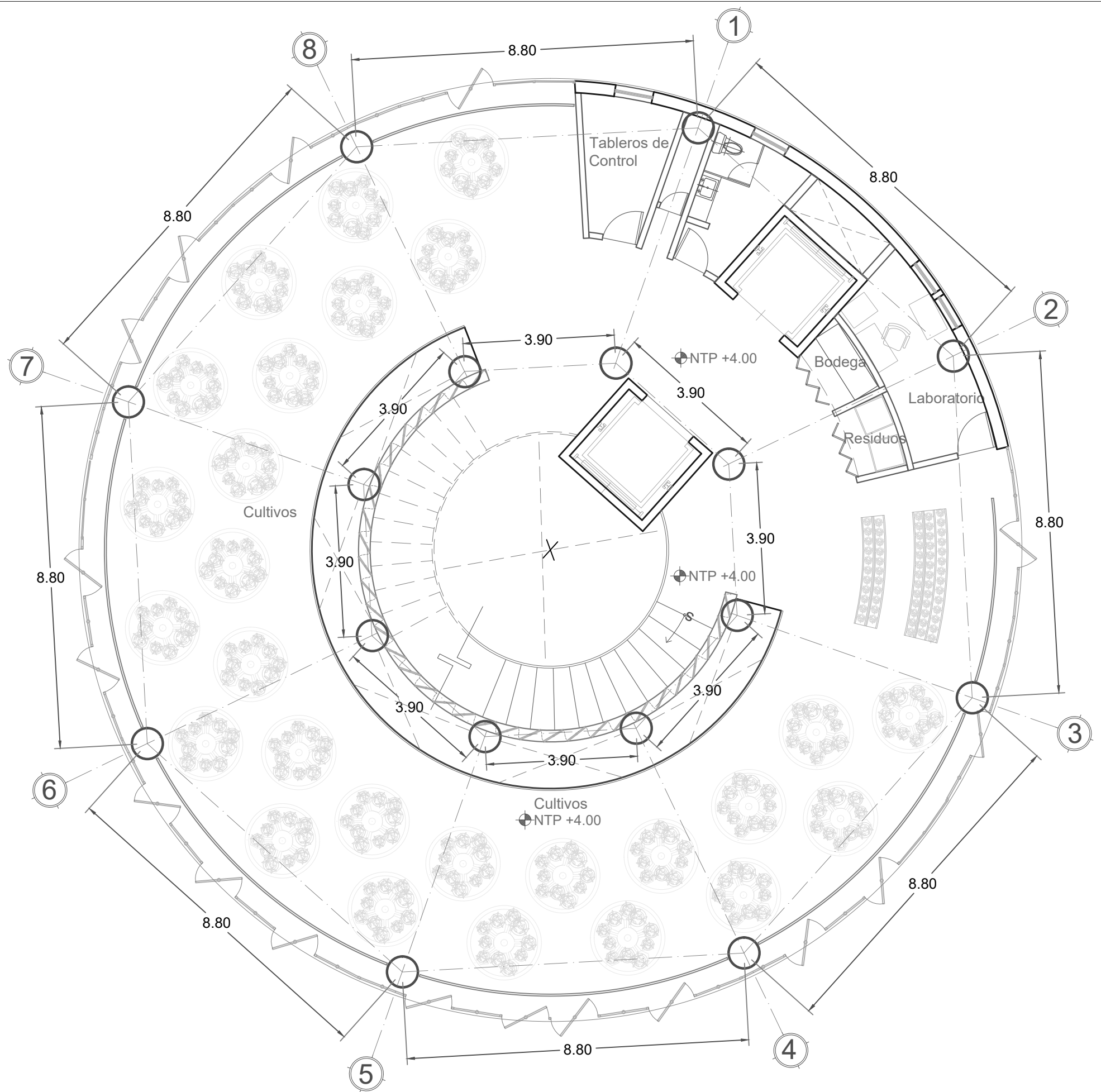
PROYECTOS:

ARQ. JESÚS MIGUEL DE LEÓN FLORES
ARQ. JESÚS RAÚL GONZÁLEZ JACOME

INTRO. EN ARQ. LUIS SARAVIA CAMPOS

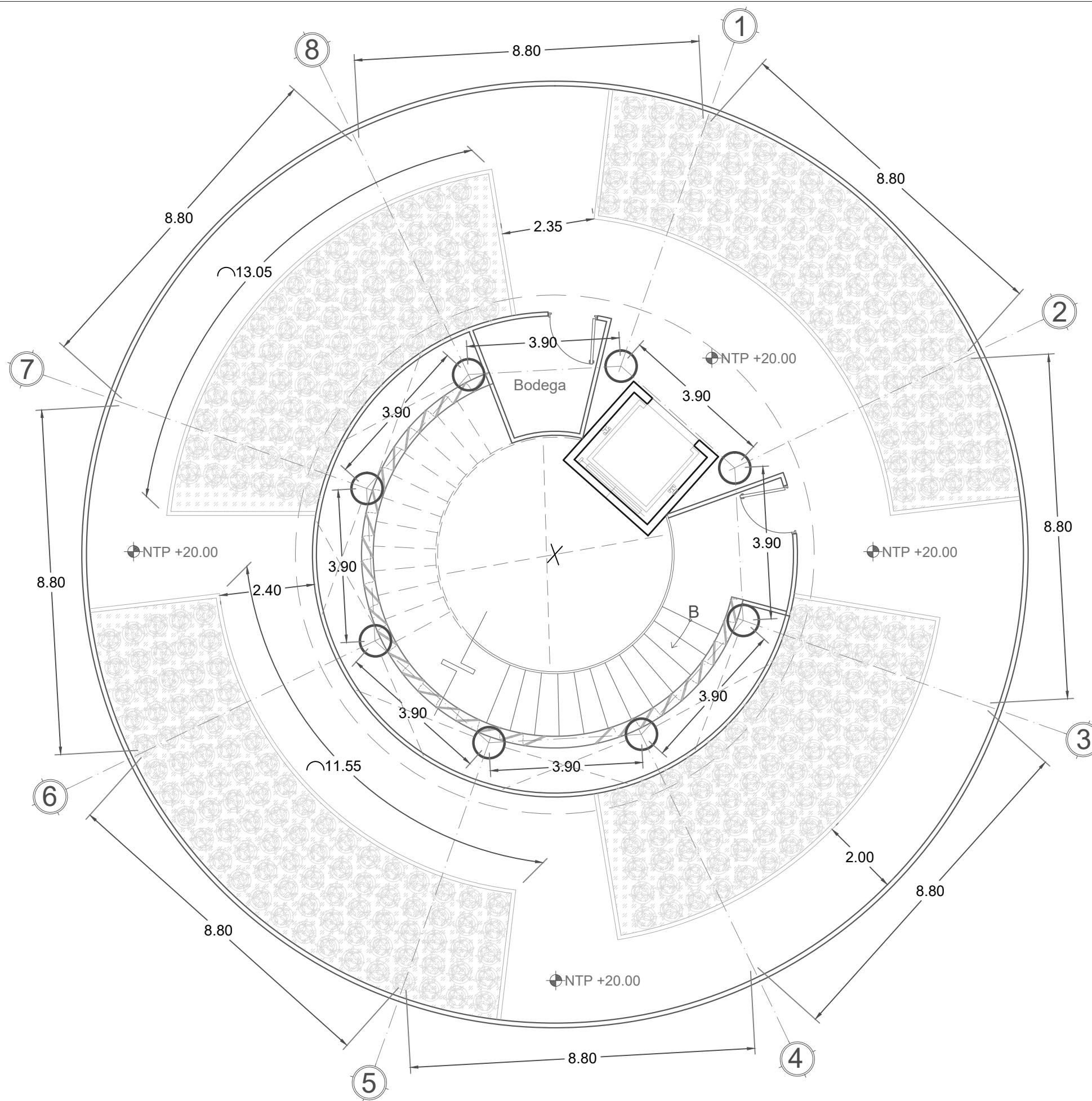
ALUMNOS:
A.ESTEFANIA HERNÁNDEZ RÁMIREZ
JAIME FRANCISCO GARCIA LOZANO

FECHA: SEPTIEMBRE 2019 | COTAS: METROS | ESCALA: ESC



PROYECTO GRANJA VERTICAL





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ARQUITECTURA

TALLER:
DOMINGO GARCIA RAMOS



CONTENIDO:
**TORRE DE CULTIVOS
PLANTA AZOTEA**

LOCALIZACION

AVENIDA EJE 10, ESQUINA CON CERRO
DEL AGUA.
COLONIA COPILCO
DELEGACION: COYOACAN, CDMX

CROQUIS:

DATOS GENERALES

SIMBOLOGIA	
	GLORIO DE EJE
	INDICACION SENTIDO ESCALERA
	INDICACION CORTE DE ELEMENTO
	INDICACION SENTIDO RAMPA
	INDICACION SENTIDO PENDIENTE
	INDICACION NIVEL DE PISO TERMINADO
	INDICACION NIVEL DE PISO (ALZADO)
	INDICACION CAMBIO DE PISO
	INDICACION CAMBIO DE PISO EN ALZADO
	INDICACION DE ACCESO
	LINEA DE PROYECCION

NOTAS
1. LAS COTAS Y NIVELES RIGEN SOBRE DIBUJO.
2. NO TOMAR COTAS A ESCALA DEL PLANO.
3. LAS COTAS SON A ESE O A PARED DE ALBERERIA, SEGUN SIMBOLOGIA.
4. LAS COTAS Y NIVELES DEBEN SER AVALUADOS Y RATIFICADOS EN OBRA POR LA SUPERVISION.



ARQUITECTURA

PROYECTO GRANJA VERTICAL

PROFESORES:
ARQ. JESÚS MIGUEL DE LEÓN FLORES
ARQ. JESÚS RAÚL GONZÁLEZ JACOME
INTRO. EN ARQ. LUIS SARAVIA CAMPOS

ALUMNOS:
A.ESTEFANIA HERNÁNDEZ RÁMIREZ
JAIME FRANCISCO GARCIA LOZANO

FECHA: SEPTIEMBRE 2019 | COTAS: METROS | ESCALA: ESC





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ARQUITECTURA

TALLER:
DOMINGO GARCIA RAMOS



CONTENIDO:

**TORRE DE CULTIVOS
PLANTA DE TECHOS**

LOCALIZACION

AVENIDA EJE 10, ESQUINA CON CERRO DEL AGUA.
COLONIA COPILCO
DELEGACION: COYOACAN, CDMX

CROQUIS:

DATOS GENERALES

SIMBOLOGIA	
	GRUPO DE EJE
	INDICACION SENTIDO ESCALERA
	INDICACION CORTE DE ELEMENTO
	INDICACION SENTIDO RAMPA
	INDICACION SENTIDO PENDIENTE
	INDICACION NIVEL DE PISO TERMINADO
	INDICACION NIVEL DE PISO (ALZADOS)
	INDICACION CAMBIO DE PISO
	INDICACION CAMBIO DE PISO EN ALZADO
	INDICACION DE ACCESO
	LINEA DE PROYECCION

- NOTAS
1. LAS COTAS Y NIVELES RIGEN SOBRE DIBUJO.
 2. NO TOMAR COTAS A ESCALA DEL PLANO.
 3. LAS COTAS SON A ESE O A PISO DE ALBANELERIA, SEGUN SIMBOLOGIA.
 4. LAS COTAS Y NIVELES DEBEN SER AVALUADOS Y RATIFICADOS EN OBRA POR LA SUPERVISION.



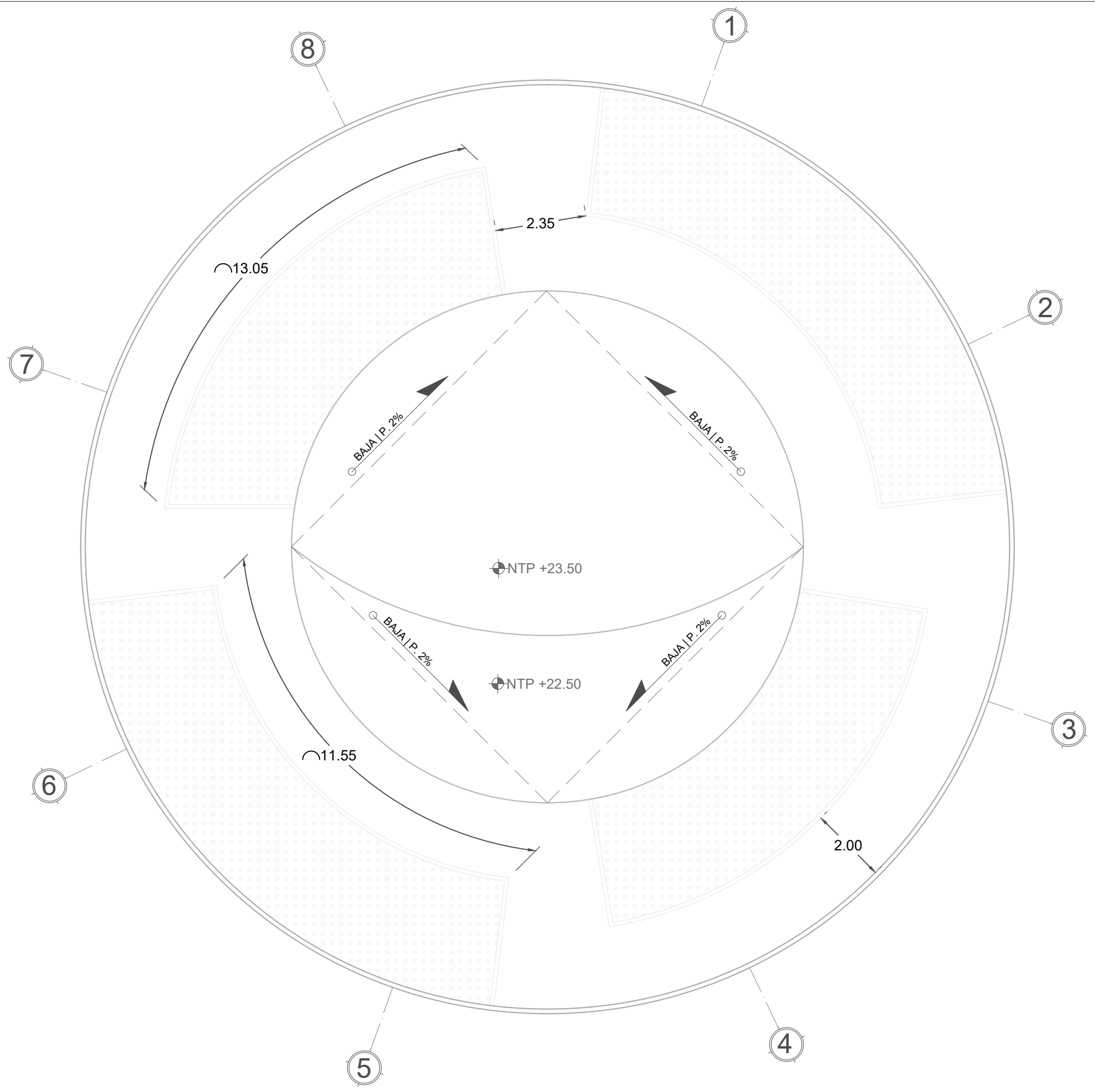
PROFESORES:

ARQ. JESÚS MIGUEL DE LEÓN FLORES
ARQ. JESÚS RAÚL GONZÁLEZ JACOME

INTRO. EN ARQ. LUIS SARAVIA CAMPOS

ALUMNOS:
A.ESTEFANIA HERNÁNDEZ RÁMIREZ
JAIME FRANCISCO GARCIA LOZANO

FECHA: SEPTIEMBRE 2019 | COTAS: METROS | ESCALA: ESC





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ARQUITECTURA

TALLER:
DOMINGO GARCIA RAMOS

CONTENIDO:

CORTE ARQUITECTONICO

LOCALIZACION

AVENIDA EJE 10, ESQUINA CON CERRO DEL AGUA.
COLONIA COPILCO
DELEGACIÓN: COYOACAN, CDMX

CROQUIS:

DATOS GENERALES

SIMBOLOGÍA	
	GLORO DE EJE
	LÍNEA DE EJE
	INDICACIÓN SENTIDO ESCALERA
	INDICACIÓN CORTE DE ELEMENTO
	INDICACIÓN SENTIDO RAMPA
	INDICACIÓN SENTIDO PENDIENTE
	INDICACIÓN NIVEL DE PISO TERMINADO
	INDICACIÓN NIVEL DE PISO (ALZADO)
	LÍNEA REFERENCIA DE CORTE EN PLANTA
	INDICACIÓN CAMBIO DE PISO
	INDICACIÓN CAMBIO DE PISO EN ALZADO
	INDICACIÓN DE ACCESO
	LÍNEA DE PROYECCIÓN

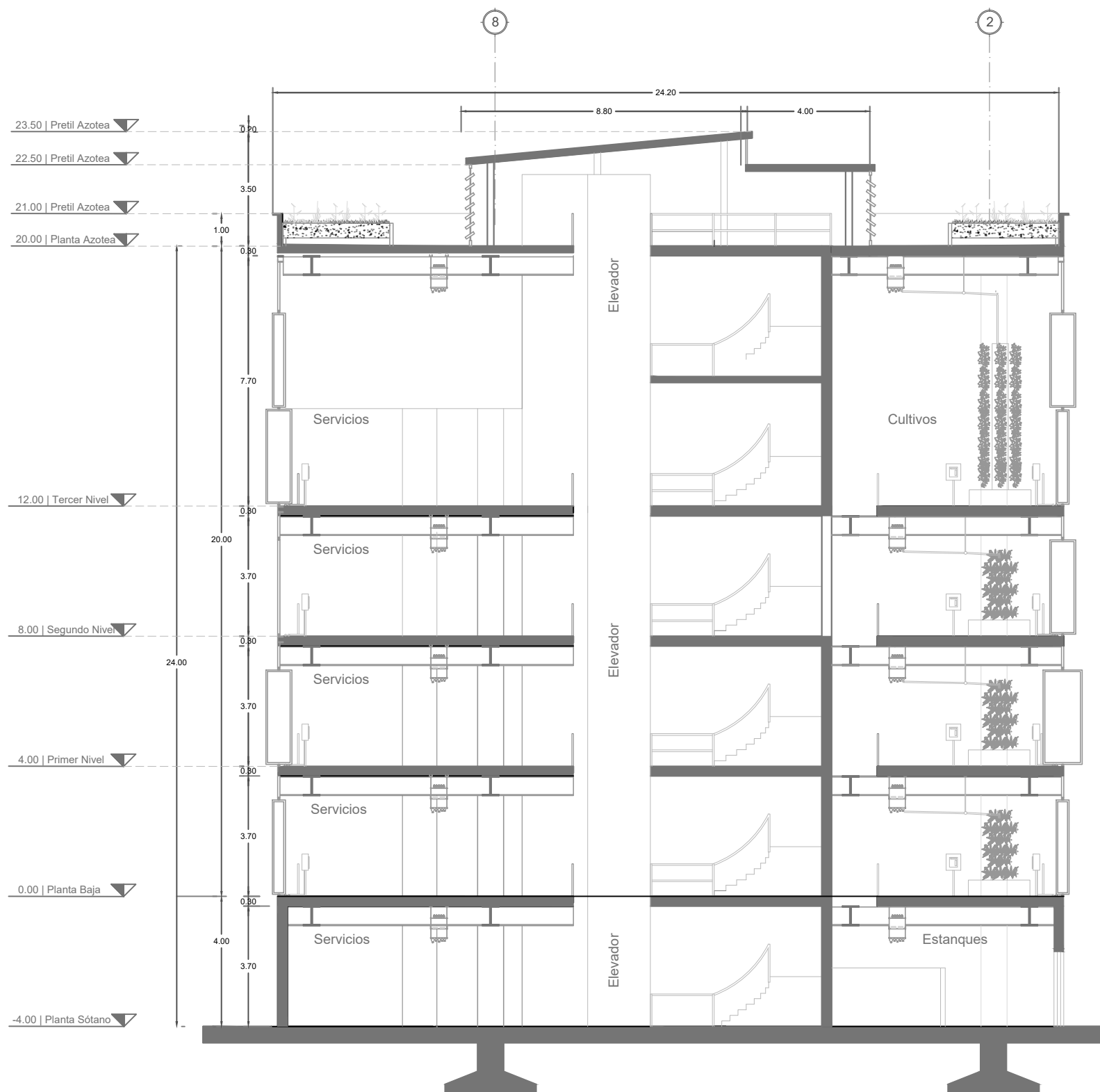
- NOTAS
1. LAS COTAS Y NIVELES RIGEN SOBRE DIBUJO.
 2. NO TOMAR COTAS A ESCALA DEL PLANO.
 3. LAS COTAS SON A EJES O A PAÑOS DE ALBANILERÍA, SEGUN SIMBOLOGIA.
 4. LAS COTAS Y NIVELES DEBEN SER AVALADAS Y RATIFICADAS EN OBRA POR LA SUPERVISIÓN.



SINODALES:
ARQ. JESÚS MIGUEL DE LEÓN FLORES
ARQ. JESÚS RAÚL GONZÁLEZ JACOME
MTR. EN ARQ. LUIS SARAVIA CAMPOS

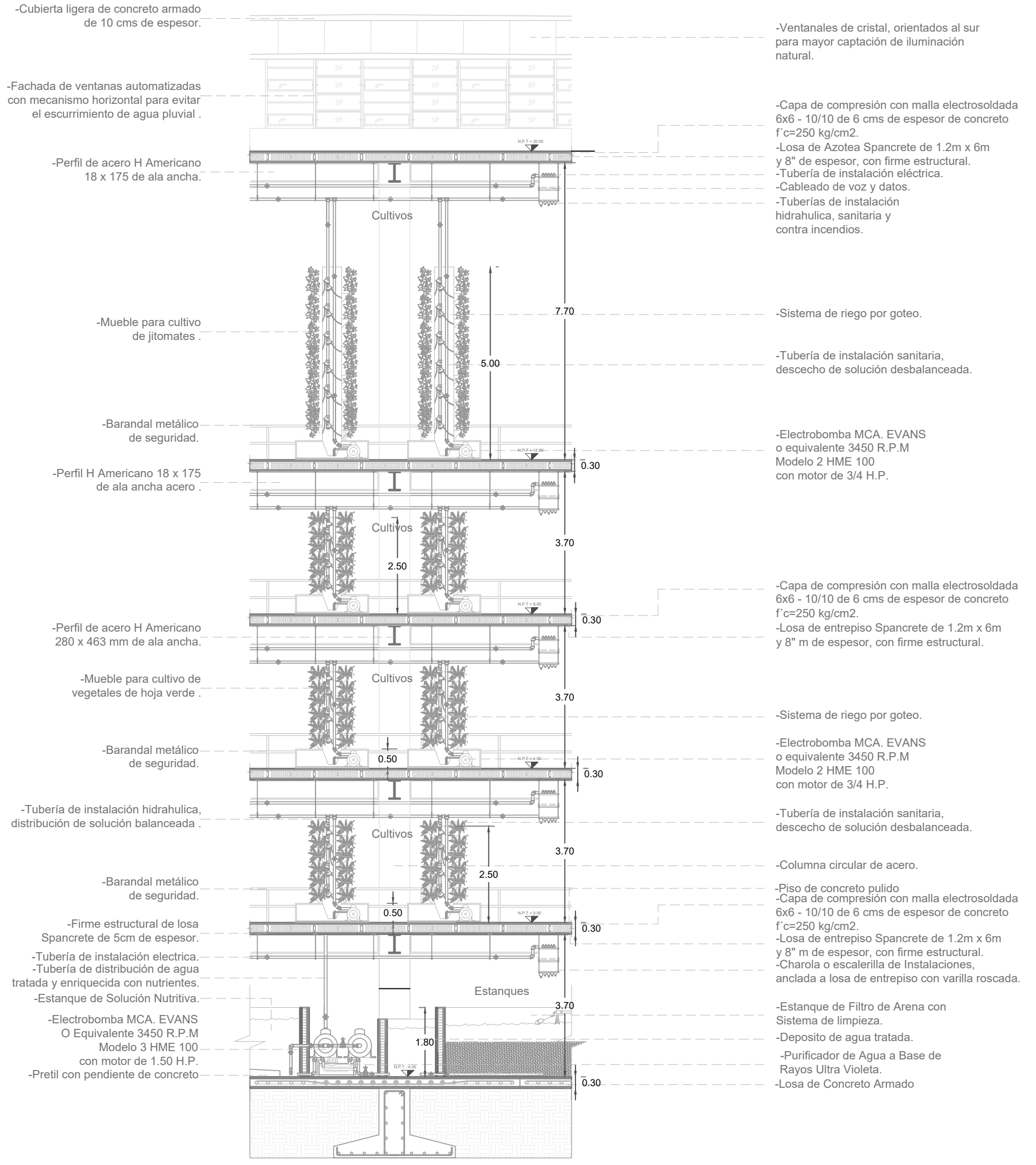
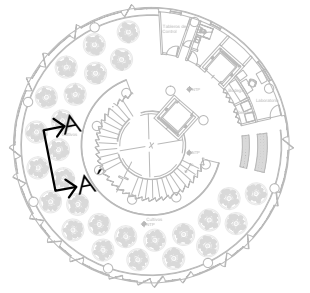
ALUMNOS:
A. ESTEFANIA HERNÁNDEZ RÁMIREZ
JAIME FRANCISCO GARCIA LOZANO

FECHA: SEPTIEMBRE 2019 | COTAS: METROS | ESCALA: ESC



ARQUITECTURA

PROYECTO GRANJA VERTICAL



LOCALIZACION

AVENIDA EJE 10, ESQUINA CON CERRO DEL AGUA.
COLONIA COPILCO DELEGACIÓN: COYOACAN, CDMX

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ARQUITECTURA

DOMINGO GARCIA RAMOS

CONTENIDO:

CORTE POR FACHADA A-A'

PROYECTO GRANJA VERTICAL

SIMBOLOGÍA

	GLOBO DE EJE		LÍNEA REFERENCIA DE CORTE EN PLANTA
	INDICACIÓN SENTIDO ESCALERA		INDICACIÓN CAMBIO DE PISO
	INDICACIÓN CORTE DE ELEMENTO		INDICACIÓN CAMBIO DE PISO EN ALZADO
	INDICACIÓN SENTIDO RAMPA		INDICACIÓN DE ACCESO
	INDICACIÓN SENTIDO PENDIENTE		LÍNEA DE PROYECCIÓN
	INDICACIÓN NIVEL DE PISO TERMINADO		
	INDICACIÓN NIVEL DE PISO (ALZADO)		

NOTAS

1. LAS COTAS Y NIVELES RIGEN SOBRE DIBUJO.
2. NO TOMAR COTAS A ESCALA DEL PLANO.
3. LAS COTAS SON A EJES O A PAÑOS DE ALBANILERÍA, SEGUN SIMBOLOGIA.
4. LAS GOTAS Y NIVELES DEBEN SER AVALADAS Y RATIFICADAS EN OBRA POR LA SUPERVISIÓN.

SINODALES:

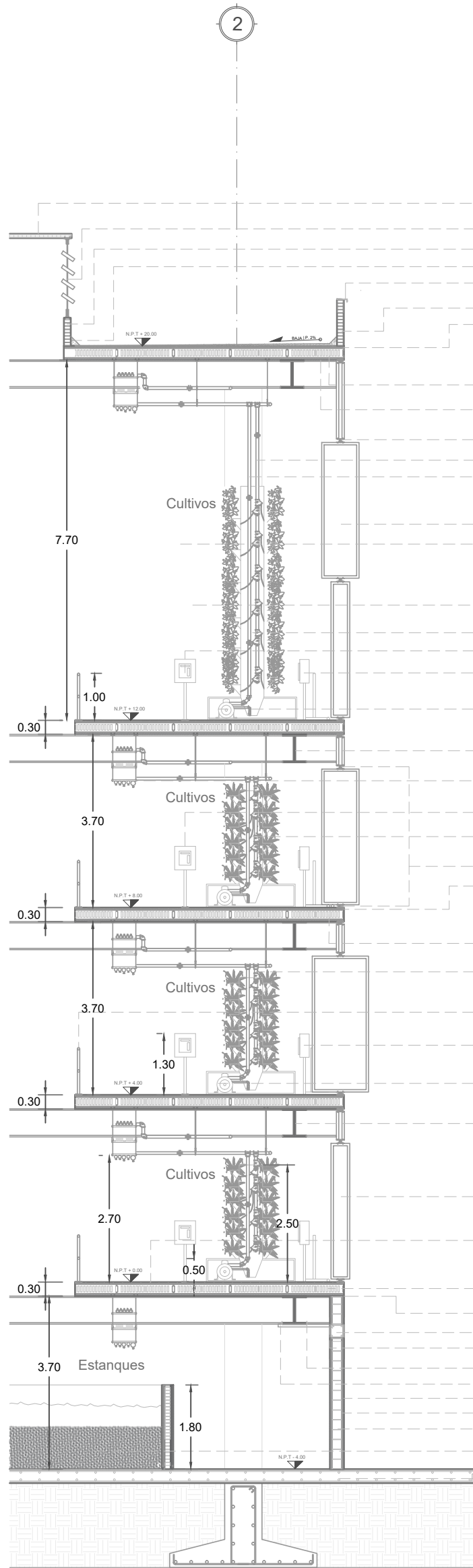
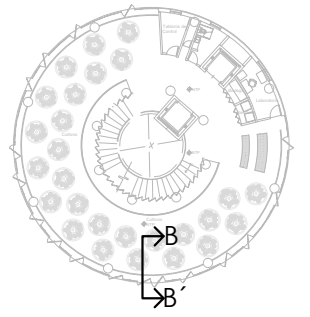
ARQ. JESÚS MIGUEL DE LEÓN FLORES
ARQ. JESÚS RAÚL GONZÁLES JACOME
MTRO. EN ARQ. LUIS SARAVIA CAMPOS

ALUMNOS:

A. ESTEFANIA HERNÁNDEZ RÁMIREZ
JAIME FRANCISCO GARCIA LOZANO

FECHA: SEPTIEMBRE 2019 **COTAS:** METROS **ESCALA:** ESC

escala grafica



- Cubierta ligera de concreto armado de 10 cms de espesor
- Sistema de ventanas automatizadas
- Pretil de tabique rojo recocido de 6x12x26 cms
- Chafalán
- Chafalán (flashing) de lamina galvanizada cal.#18
- Pretil de tabique rojo recocido de 6x12x26 cms
- Capa de compresión con malla electrosoldada 6x6 - 10/10 de 6 cms de espesor de concreto f'c=250 kg/cm2.
- Losa de Azotea Spancrete de 1.2m x 6m y 8" de espesor, con firme estructural.
- Firme estructural de losa Spancrete de 5cm de espesor
- Sistema de pivote hidráulico para ventana
- Tubería de instalación hidráulica (riego por goteo)
- Tubería sanitaria

- Ventana duovent con sistemas de automatización
- Sistema de riego por goteo.

- Tubería de instalación sanitaria, desecho de solución desbalanceada.
- Mueble para cultivo de jitomate
- Tablero de control eléctrico de luminarias especiales
- Tablero de control eléctrico para el sistema de fachada automatizada
- Electrobomba MCA. EVANS o equivalente 3450 R.P.M Modelo 2 HME 100 con motor de 3/4 H.P.

- Perfil de acero tipo H Americano 280x463 mm ala ancha
- Charola o escalerilla de Instalaciones, anclada a losa de entrepiso con varilla roscaada.
- Tablero de control eléctrico de luminarias especiales
- Mueble para cultivo de vegetales de hoja verde

- Sistema de pivote hidráulico para ventana
- Capa de compresión con malla electrosoldada 6x6 - 10/10 de 6 cms de espesor de concreto f'c=250 kg/cm2.
- Losa de Azotea Spancrete de 1.2m x 6m y 8" de espesor, con firme estructural.
- Sistema de riego por goteo.

- Barandal metálico circular de seguridad

- Tablero de control eléctrico para el sistema de fachada automatizada
- Electrobomba MCA. EVANS o equivalente 3450 R.P.M Modelo 2 HME 100 con motor de 3/4 H.P.
- Perfil de acero tipo H Americano 280x463 mm ala ancha

- Ventana duovent con sistemas de automatización

- Piso de concreto pulido

- Losa de entrepiso Spancrete de 1.2m x 6m y 8" m de espesor, con firme estructural.
- Junta de poliestireno de 13mm
- Dala de cerramiento de 30x30
- Placa de acero de 15x15x0.6 cms
- Placa de acero de 7.5x6.4x0.6 cms
- Ángulo LI 2 1/2" x 1/4" @1.50m
- Aplanado fino de cemento impermeable, Comex 1.5 cms de espesor
- Capa de impermeabilizante
- Block hueco de cemento de 20x20x40
- Estanque de Filtro de Arena con Sistema de limpieza.
- Losa de Concreto Armado



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ARQUITECTURA

DOMINGO GARCIA RAMOS

CONTENIDO:

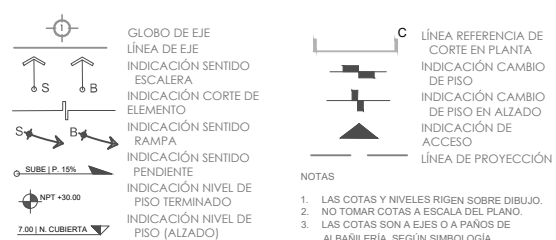
CORTE POR FACHADA B-B'

LOCALIZACION

AVENIDA EJE 10, ESQUINA CON CERRO DEL AGUA,
COLONIA COPILCO DELEGACION: COYOACAN, CDMX

PROYECTO GRANJA VERTICAL

SIMBOLOGÍA



NOTAS

1. LAS COTAS Y NIVELES RIGEN SOBRE DIBUJO.
2. NO TOMAR COTAS A EJES DEL PLANO.
3. LAS COTAS SON A EJES O A PAÑOS DE ALBANILERIA, SEGUN SIMBOLOGIA.
4. LAS GOTAS Y NIVELES DEBEN SER AVALADAS Y RATIFICADAS EN OBRA POR LA SUPERVISION.

SINODALES:

ARQ. JESÚS MIGUEL DE LEÓN FLORES
ARQ. JESÚS RAÚL GONZÁLES JACOME
MTRO. EN ARQ. LUIS SARAVIA CAMPOS

ALUMNOS:

A. ESTEFANIA HERNÁNDEZ RÁMIREZ
JAIME FRANCISCO GARCIA LOZANO

FECHA:

SEPTIEMBRE 2019

COTAS:

METROS

ESCALA:

ESC





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ARQUITECTURA

TALLER:
DOMINGO GARCIA RAMOS

CONTENIDO:
FACHADAS

LOCALIZACION

AVENIDA EJE 10, ESQUINA CON CERRO DEL AGUA.
 COLONIA COPILCO
 DELEGACIÓN: COYOACÁN, CDMX

CROQUIS:

DATOS GENERALES

SIMBOLOGÍA

	GLOBO DE EJE
	LÍNEA DE EJE
	INDICACIÓN SENTIDO
	ESCALERA
	INDICACIÓN CORTE DE ELEMENTO
	INDICACIÓN SENTIDO RANPA
	INDICACIÓN SENTIDO PENDIENTE
	INDICACIÓN NIVEL DE PISO TERMINADO
	INDICACIÓN NIVEL DE PISO (ALZADO)
	LÍNEA REFERENCIA DE CORTE EN PLANTA
	INDICACIÓN CAMBIO DE PISO
	INDICACIÓN CAMBIO DE PISO EN ALZADO
	INDICACIÓN DE ACCESO
	LÍNEA DE PROYECCIÓN

NOTAS

1. LAS COTAS Y NIVELES RIGEN SOBRE DIBUJO.
2. NO TOMAR COTAS A ESCALA DEL PLANO.
3. LAS COTAS SON A EJES O A PÁROS DE ALBAÑILERÍA, SEGÚN SIMBOLOGÍA.
4. LAS COTAS Y NIVELES DEBEN SER AVALADAS Y RATIFICADAS EN OBRA POR LA SUPERVISIÓN.

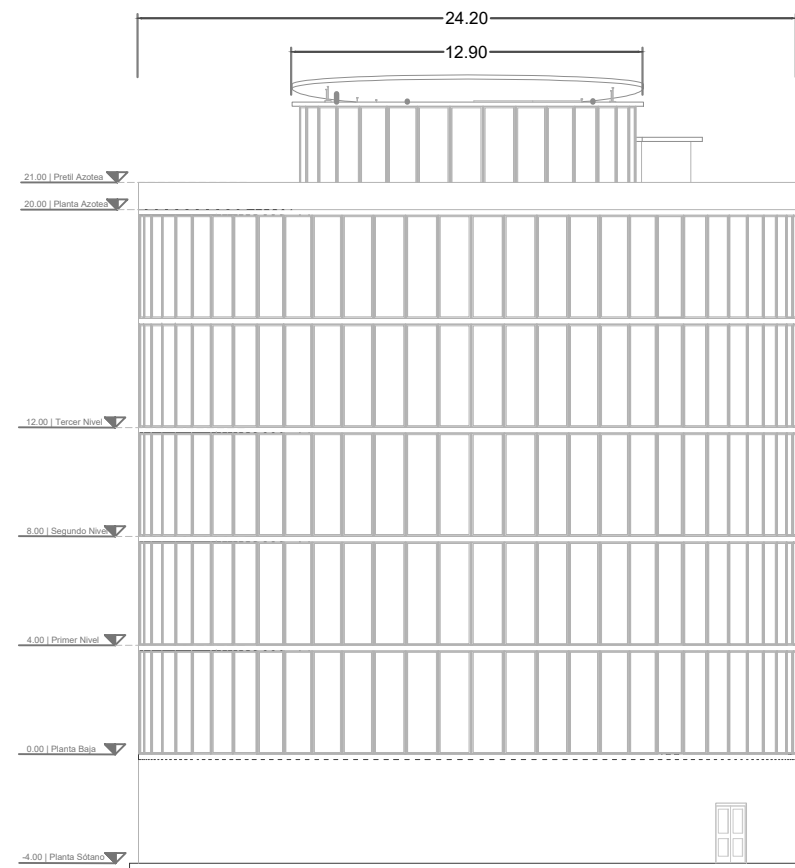


SINDOCALES:

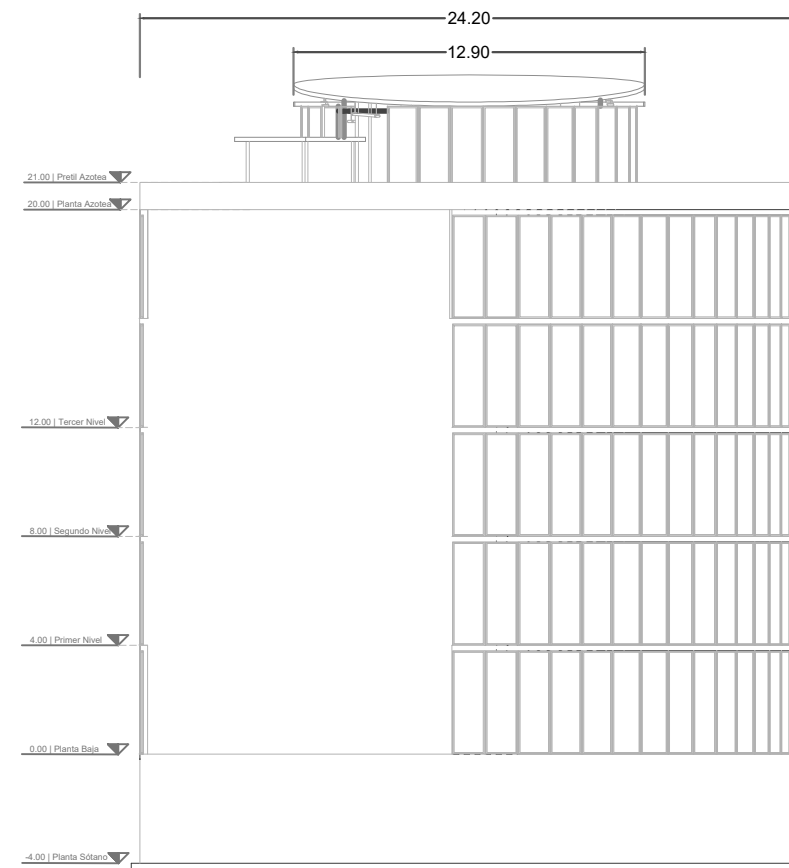
ARQ. JESÚS MIGUEL DE LEÓN FLORES
 ARQ. JESÚS RAÚL GONZÁLEZ JACOME
 MTR. EN ARQ. LUIS SARAVIA CAMPOS

ALUMNOS:
 A.ESTEFANIA HERNÁNDEZ RÁMIREZ
 JAIME FRANCISCO GARCIA LOZANO

FECHA: SEPTIEMBRE 2019 COTAS: METROS ESCALA: ESC



FACHADA SUR



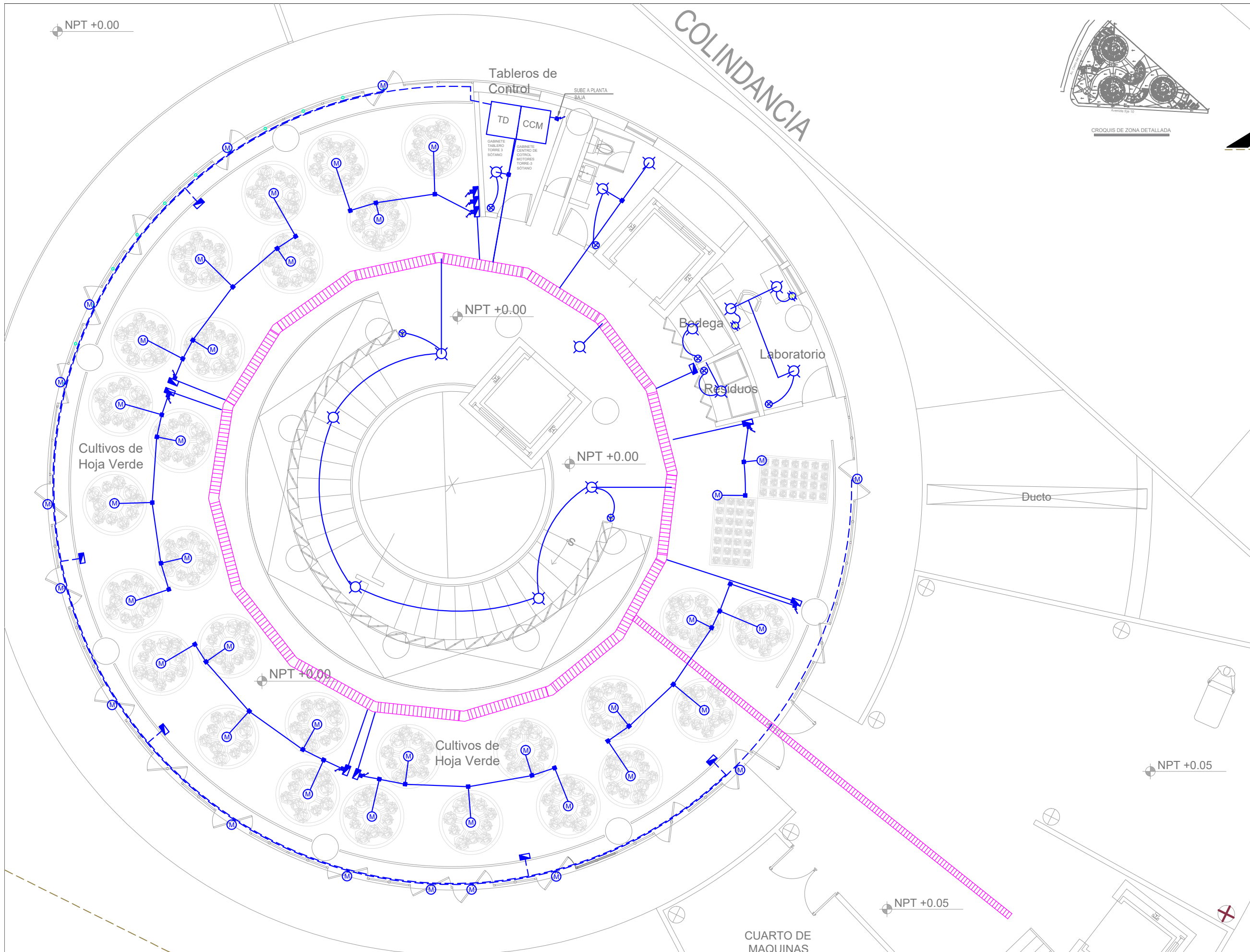
FACHADA NORTE

N
O
R
T
E

A
R
Q
U
I
T
E
C
T
U
R
A

PROYECTO GRANJA VERTICAL

PLANOS INSTALACIONES /
TORRE DE CULTIVOS.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ARQUITECTURA

TALLER:
DOMINGO GARCIA RAMOS

CONTENIDO:
PLANTA BAJA/TIPO
INSTALACIÓN MOTORES

LOCALIZACION
AVENIDA EJE 10, ESQUINA CON CERRO DEL AGUA.
COLONIA COPILCO
DELEGACION: COYOACAN, CDMX

CROQUIS:

DATOS GENERALES

SIMBOLOGIA:

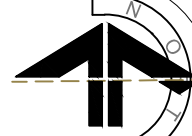
- Motor
- Panel de control
- Panel de distribución
- Panel de protección
- Panel de medición
- Panel de control de motores
- Panel de control de iluminación
- Panel de control de ventilación
- Panel de control de calefacción
- Panel de control de aire acondicionado
- Panel de control de agua caliente
- Panel de control de agua fría
- Panel de control de gas
- Panel de control de seguridad
- Panel de control de accesibilidad
- Panel de control de mantenimiento
- Panel de control de limpieza
- Panel de control de reciclaje
- Panel de control de energía renovable
- Panel de control de eficiencia energética
- Panel de control de sostenibilidad
- Panel de control de bienestar
- Panel de control de salud
- Panel de control de productividad
- Panel de control de innovación
- Panel de control de competitividad
- Panel de control de resiliencia
- Panel de control de adaptabilidad
- Panel de control de flexibilidad
- Panel de control de escalabilidad
- Panel de control de modularidad
- Panel de control de interoperabilidad
- Panel de control de compatibilidad
- Panel de control de seguridad de la información
- Panel de control de privacidad
- Panel de control de integridad
- Panel de control de disponibilidad
- Panel de control de confidencialidad
- Panel de control de autenticación
- Panel de control de autorización
- Panel de control de no repudio
- Panel de control de integridad de los datos
- Panel de control de confidencialidad de los datos
- Panel de control de disponibilidad de los datos
- Panel de control de integridad de los procesos
- Panel de control de confidencialidad de los procesos
- Panel de control de disponibilidad de los procesos
- Panel de control de integridad de los servicios
- Panel de control de confidencialidad de los servicios
- Panel de control de disponibilidad de los servicios
- Panel de control de integridad de los usuarios
- Panel de control de confidencialidad de los usuarios
- Panel de control de disponibilidad de los usuarios
- Panel de control de integridad de los dispositivos
- Panel de control de confidencialidad de los dispositivos
- Panel de control de disponibilidad de los dispositivos
- Panel de control de integridad de los datos de los dispositivos
- Panel de control de confidencialidad de los datos de los dispositivos
- Panel de control de disponibilidad de los datos de los dispositivos
- Panel de control de integridad de los procesos de los dispositivos
- Panel de control de confidencialidad de los procesos de los dispositivos
- Panel de control de disponibilidad de los procesos de los dispositivos
- Panel de control de integridad de los servicios de los dispositivos
- Panel de control de confidencialidad de los servicios de los dispositivos
- Panel de control de disponibilidad de los servicios de los dispositivos

escala grafica

PROYECTOS:
ARQ. JESÚS MIGUEL DE LEÓN FLORES
ARQ. JESÚS RAÚL GONZÁLEZ JACOME
MTRO. EN ARQ. LUIS SARAVIA CAMPOS

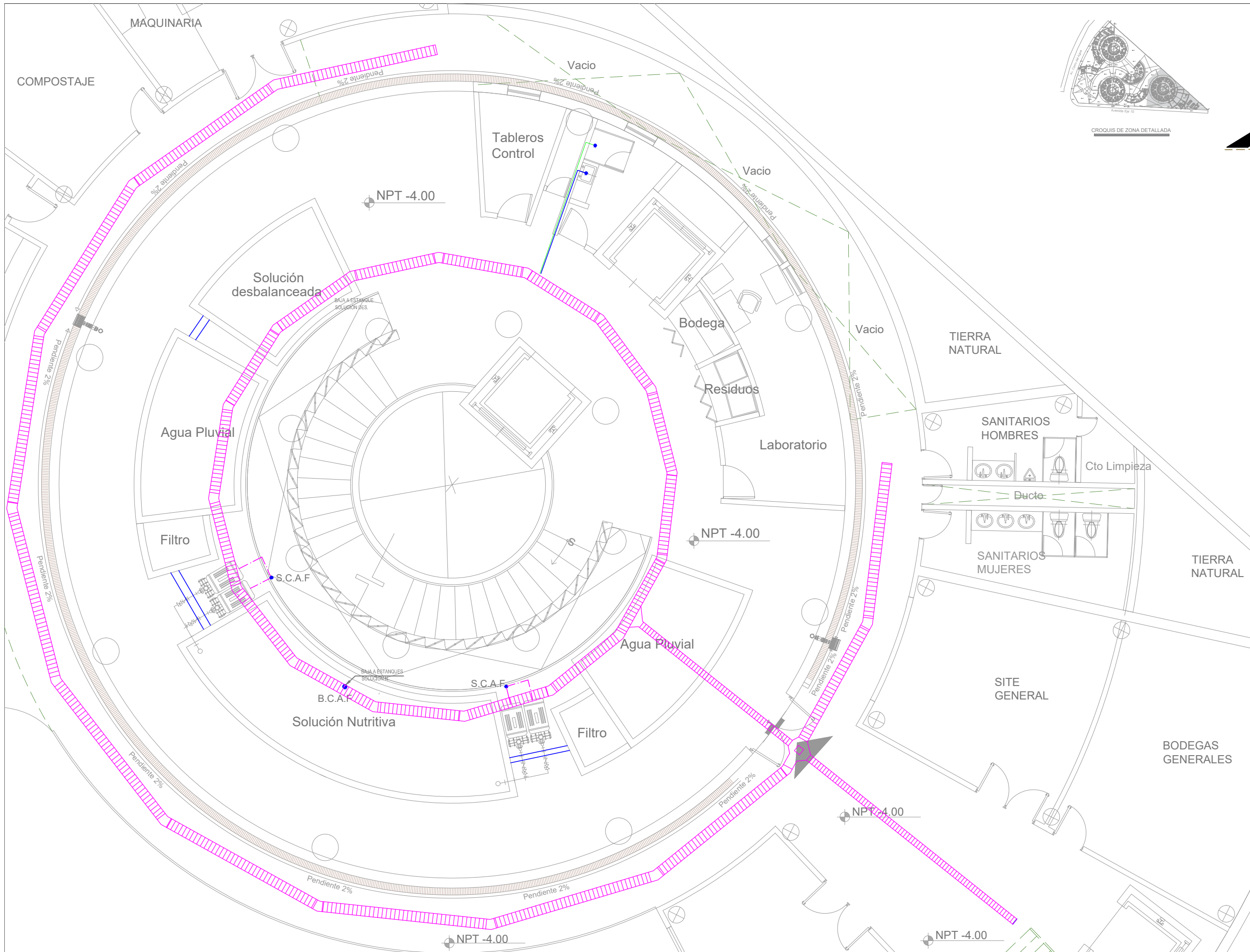
ALUMNOS:
A.ESTEFANIA HERNÁNDEZ RÁMIREZ
JAIME FRANCISCO GARCIA LOZANO

FECHA: SEPTIEMBRE 2018 | COTAS: METROS | ESCALA: ESC



ARQUITECTURA

PROYECTO GRANJA VERTICAL



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
 FACULTAD DE ARQUITECTURA
 TALLER:
 DOMINGO GARCIA RAMOS



CONTENIDO:
 PLANTA SÓTANO
 INSTALACIÓN HIDRÁULICA

LOCALIZACION
 AVENIDA EJE 10, ESQUINA CON CERRO DEL AGUA.
 COLONIA COPILCO
 DELEGACION: COYOACAN, CDMX

CROQUIS:
 [Empty box for site croquis]

DATOS GENERALES

PROYECTO GRANJA VERTICAL

---	LINEA DE AGUA FRÍA
---	LINEA DE AGUA CALIENTE
---	TUBERÍA AGUA FRÍA
---	TUBERÍA AGUA CALIENTE
---	CAMBIO DE NIVEL
---	CISTERNA
---	CODO A 45°
---	CODO A 90°
---	TEE
---	FLOTADOR
---	FLOTADOR C/ELECTRONIVEL
---	YEE
---	TUERCA UNION
---	LLAVE DE GLOBO
---	MEDIDOR
---	LLAVE DE NARIZ
---	PICHANCHA
---	MOTOBOMBA
---	SUBE COLUMNA AGUA FRÍA
---	S.C.A.F.
---	SUBE COLUMNA AGUA CALIENTE
---	B.C.A.F.
---	BAJA COLUMNA AGUA FRÍA
---	B.C.A.C.
---	BAJA COLUMNA AGUA CALIENTE
---	Cable

Charolas Portacables tipo malla de 150mm de ancho y 50mm de grosor, marca "CACLOF", catálogo CF 54150, soportada con varilla rosca de 3/8" y espaciada con soporte universal de 41mm x 41mm

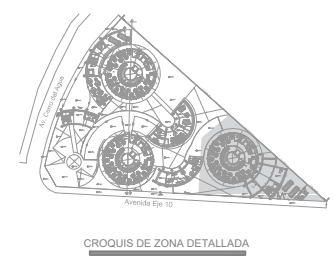
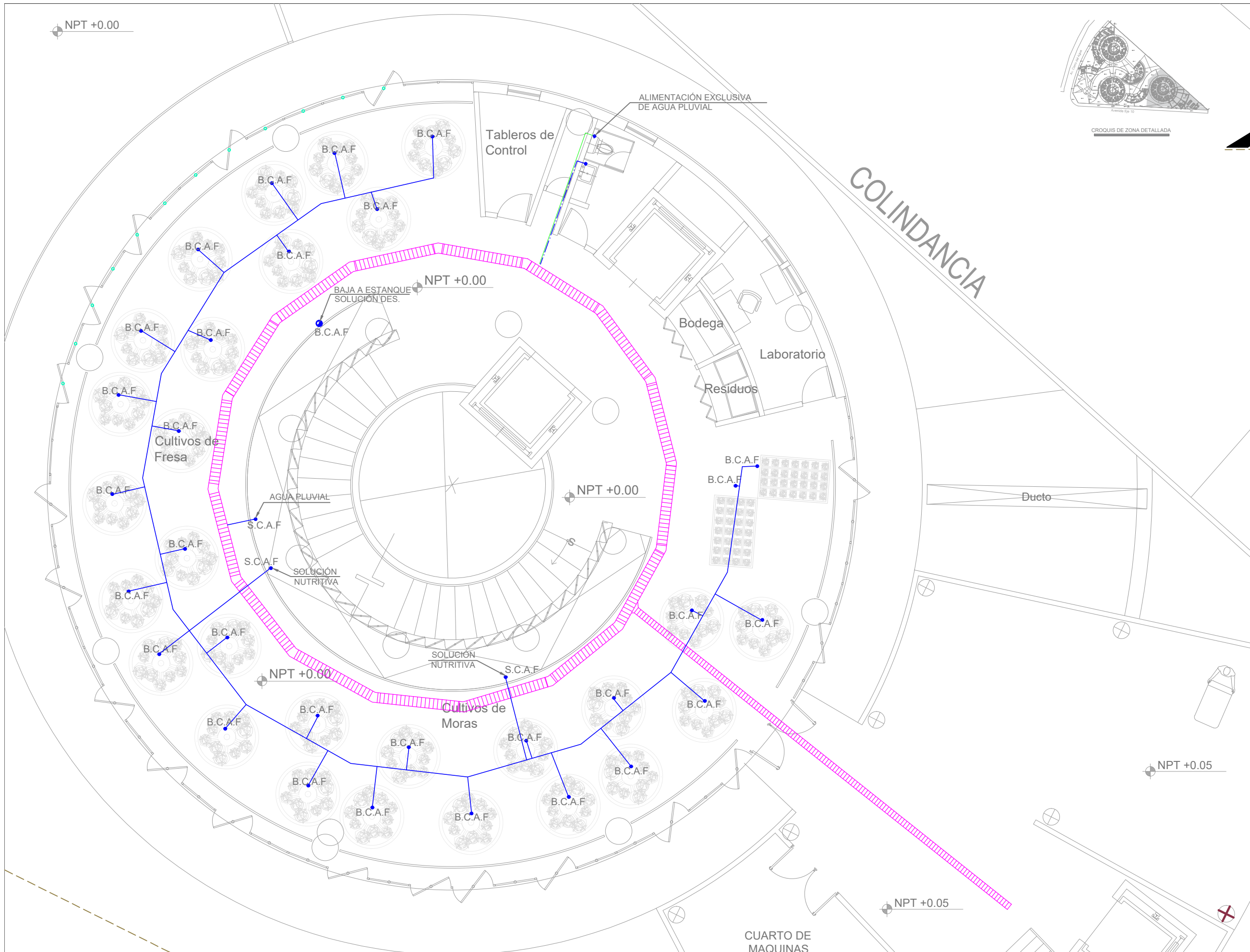
escala grafica: 0 1 3

PROFESORES:
 ARQ. JESÚS MIGUEL DE LEÓN FLORES
 ARQ. JESÚS RAÚL GONZÁLES JACOME
 MTRO. EN ARQ. LUIS SARAVIA CAMPOS

ALUMNOS:
 A.ESTEFANIA HERNÁNDEZ RÁMIREZ
 JAIME FRANCISCO GARCIA LOZANO

FECHA: SEPTIEMBRE 2018 | COTAS: METROS | ESCALA: ESC





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
 FACULTAD DE ARQUITECTURA
 TALLER:
 DOMINGO GARCIA RAMOS



CONTENIDO:
 PLANTA BAJA/TIPO
 INSTALACIÓN HIDRÁULICA

LOCALIZACION
 AVENIDA EJE 10, ESQUINA CON CERRO DEL AGUA.
 COLONIA COPILCO
 DELEGACION: COYOACAN, CDMX

CROQUIS:

DATOS GENERALES

PROYECTO GRANJA VERTICAL

- LINEA DE AGUA FRÍA
- LINEA DE AGUA CALIENTE
- TUBERIA AGUA FRÍA
- TUBERIA AGUA CALIENTE
- CAMBIO DE NIVEL
- CISTERNA
- CODO A 45°
- CODO A 90°
- TEE
- FLOTADOR
- FLOTADOR C/ ELECTRONIVEL
- YEE
- TUERCA UNION
- LLAVE DE GLOBO
- MECICOR
- LLAVE DE NARIZ
- PICHANCHA
- MOTOBOMBA
- SUBE COLUMNA AGUA FRÍA
- S.C.A.F.
- SUBE COLUMNA AGUA CALIENTE
- S.C.A.C.
- BAJA COLUMNA AGUA FRÍA
- B.C.A.F.
- BAJA COLUMNA AGUA CALIENTE
- Cable

Charolas Portacables tipo malla de 150mm de ancho y 50mm de grosor, marca "CACOF", catálogo CF 54150, soportada con varilla rosca de 3/8" y espaciada con soporte universal de 41mm x 41mm

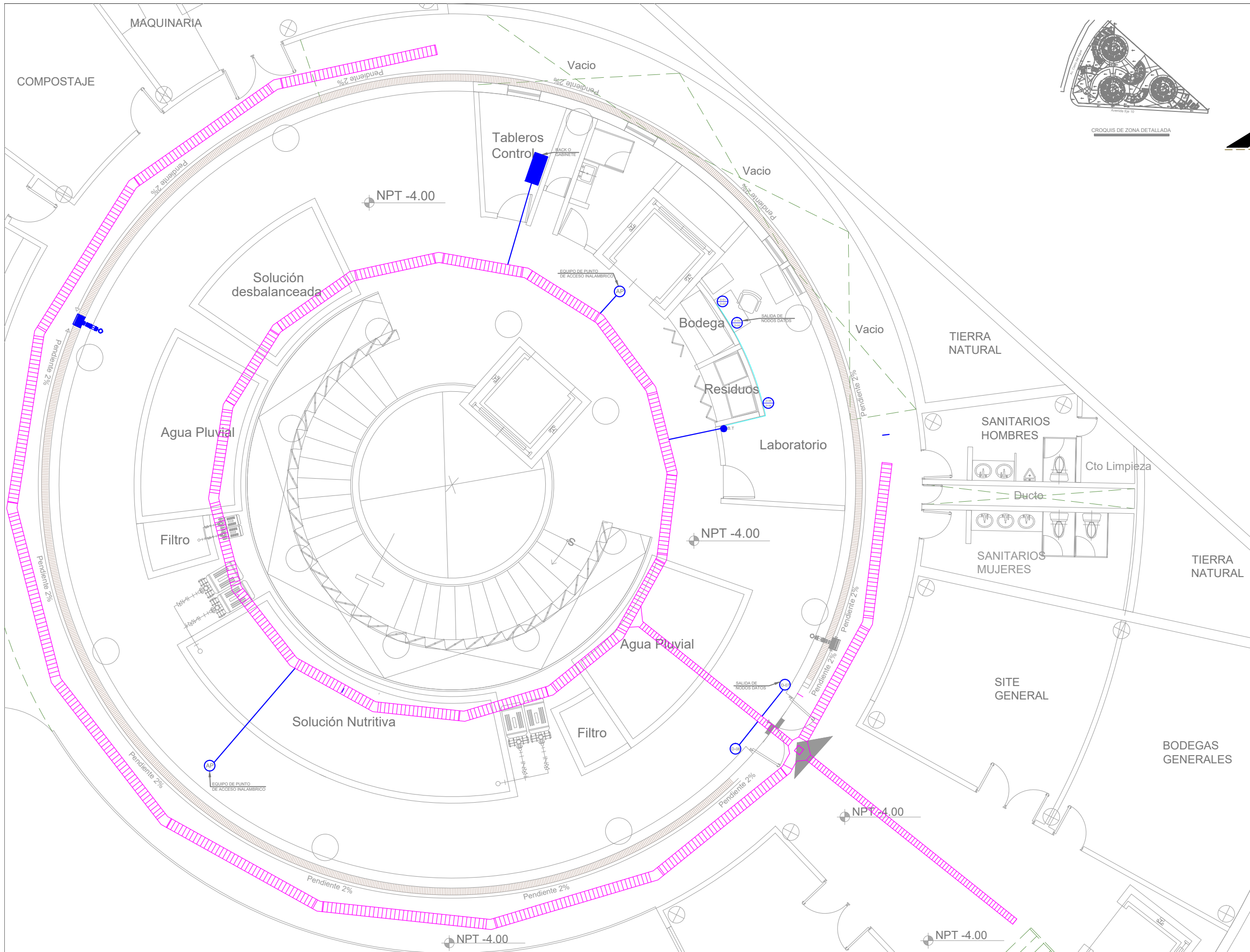
escala grafica

PROFESORES:
 ARQ. JESÚS MIGUEL DE LEÓN FLORES
 ARQ. JESÚS RAÚL GONZÁLES JACOME
 MTRO. EN ARQ. LUIS SARAVIA CAMPOS

ALUMNOS:
 A.ESTEFANIA HERNÁNDEZ RÁMIREZ
 JAIME FRANCISCO GARCIA LOZANO

FECHA: SEPTIEMBRE 2018 | COTAS: METROS | ESCALA: ESC



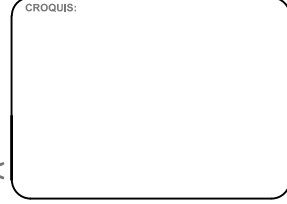


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
 FACULTAD DE ARQUITECTURA
 TALLER:
 DOMINGO GARCÍA RAMOS



CONTENIDO:
 PLANTA SÓTANO
 INSTALACIÓN VOZ Y DATOS

LOCALIZACIÓN
 AVENIDA EJE 10, ESQUINA CON CERRO DEL AGUA,
 COLONIA COPILCO
 DELEGACIÓN: COYOACÁN, CDMX



DATOS GENERALES

SIMBOLOGÍA:

- SAIDA DE NODOS (VOZ Y DATOS)
- EQUIPO DE PUNTO DE ACCESO INALAMBRICO
- Cableado estructurado para DATOS de 2 1/2" modelo T568
- Cabinete de paneles de Píchacho (RACK)
- Tablero Conduit de 3/4" (CABLEADO HORIZONTAL) soportado con varilla marcada de 3/8" y espaciador tipo pero de 2"
- Chapas Portacables tipo metal de 150mm de ancho y 34 mm de altura, marco superior: catálogo "C" 341/37, soportado con varilla marcada de 3/8" y espaciador con soporte unido de 41mm x 41mm.
- Instalación diseñada para abarcar hasta 100 nodos de cobre UTP CAT5 marca SENACN.

escala grafica 1 3

PROYECTO GRANJA VERTICAL

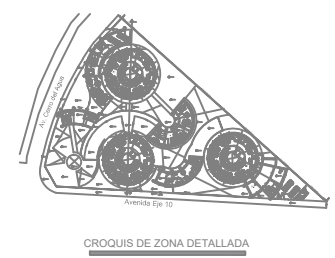
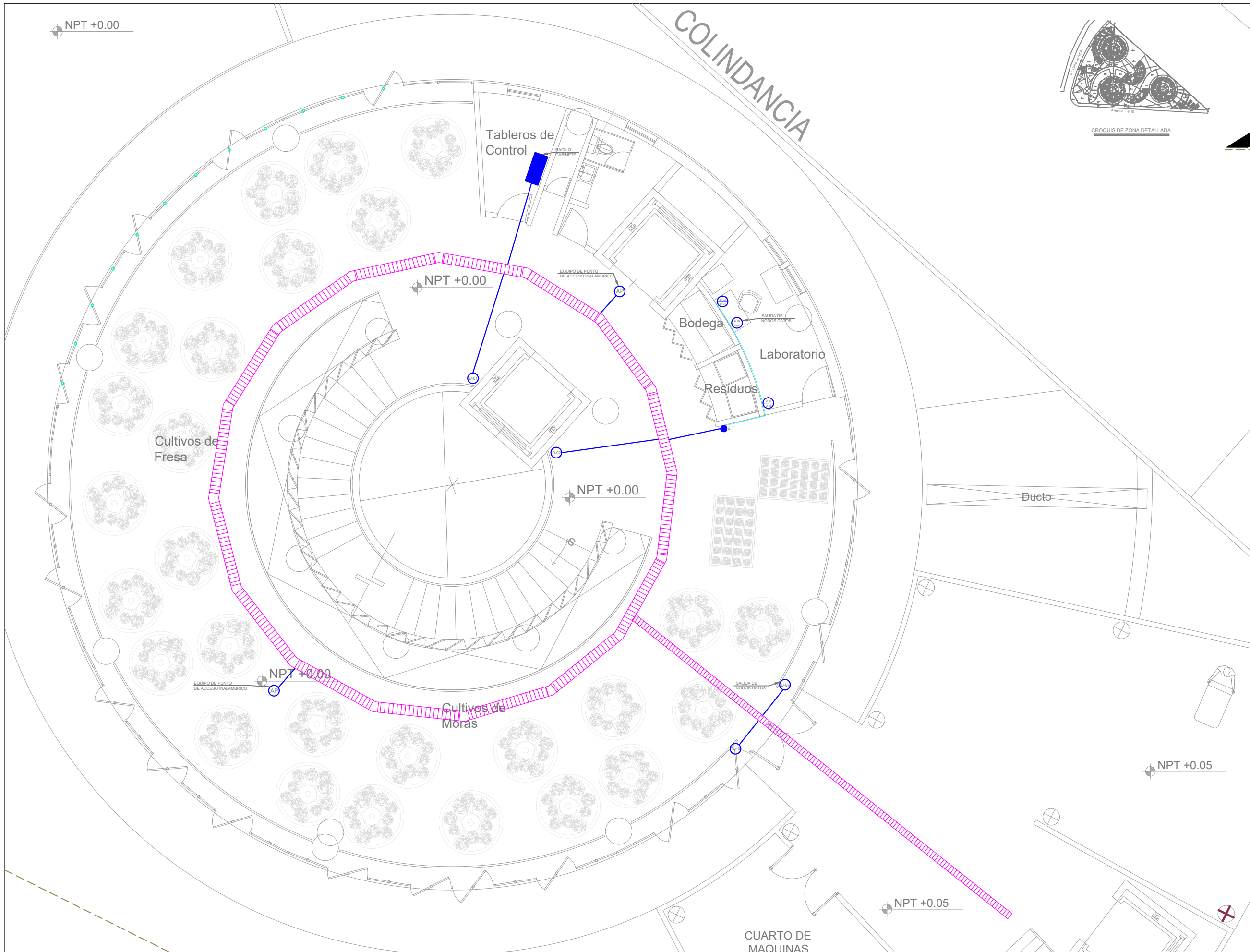
ARQUITECTURA

PROYECTOS:
 ARQ. JESÚS MIGUEL DE LEÓN FLORES
 ARQ. JESÚS RAÚL GONZÁLEZ JACOME
 MTRO. EN ARQ. LUIS SARAVIA CAMPOS

ALUMNOS:
 A.ESTEFANIA HERNÁNDEZ RÁMIREZ
 JAIME FRANCISCO GARCÍA LOZANO

FECHA: SEPTIEMBRE 2018 | COTAS: METROS | ESCALA: ESC



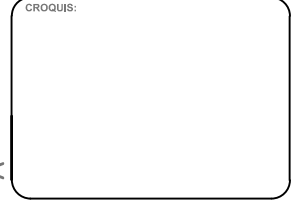


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
 FACULTAD DE ARQUITECTURA
 TALLER:
 DOMINGO GARCIA RAMOS



CONTENIDO:
 PLANTA BAJA/TIPO
 INSTALACIÓN VOZ Y DATOS

LOCALIZACION
 AVENIDA EJE 10, ESQUINA CON CERRO DEL AGUA.
 COLONIA COPILCO
 DELEGACION: COYOACAN, CDMX



DATOS GENERALES

SIMBOLOGIA:

- SAIDA DE NODOS (VOZ Y DATOS)
- EQUIPO DE PUNTO DE ACCESO INALAMBRICO
- Cableado estructurado para DATOS de 2 (1/2" Modulo TS8P)
- Cableado de paneles de Pácheco (RACK)
- Tablero Conduit de 3/4" (CAMBIADO HORIZONTAL) soportado con varilla macisa de 3/8" y espaciador tipo perno de 2"
- Chicanas Portables tipo malla de 150mm de ancho y 24 mm de altura, marco superior: chicanas 12 3/4" x 17", soportado con varilla macisa de 3/8" y espaciador con espacete unicos de 41mm x 41mm.
- Instalacion diseñada para abitar hasta 100 nodos de cobre UTP CAT5 marca SEACN.



PROYECTO GRANJA VERTICAL

PROYECTORES:
 ARQ. JESÚS MIGUEL DE LEÓN FLORES
 ARQ. JESÚS RAÚL GONZÁLEZ JACOME
 MTRO. EN ARQ. LUIS SARAVIA CAMPOS

ALUMNOS:
 A.ESTEFANIA HERNÁNDEZ RÁMIREZ
 JAIME FRANCISCO GARCIA LOZANO

FECHA: SEPTIEMBRE 2018 | COTAS: METROS | ESCALA: ESC





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ARQUITECTURA

TALLER:
DOMINGO GARCIA RAMOS



CONTENIDO:
PROPUESTA DE CLIMATIZACIÓN

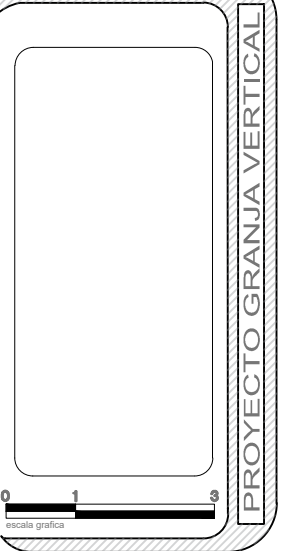
LOCALIZACION

AVENIDA EJE 10, ESQUINA CON CERRO DEL AGUA.
COLONIA COPILCO
DELEGACION: COYOACAN, CDMX

CROQUIS:



DATOS GENERALES



PROYECTO GRANJA VERTICAL

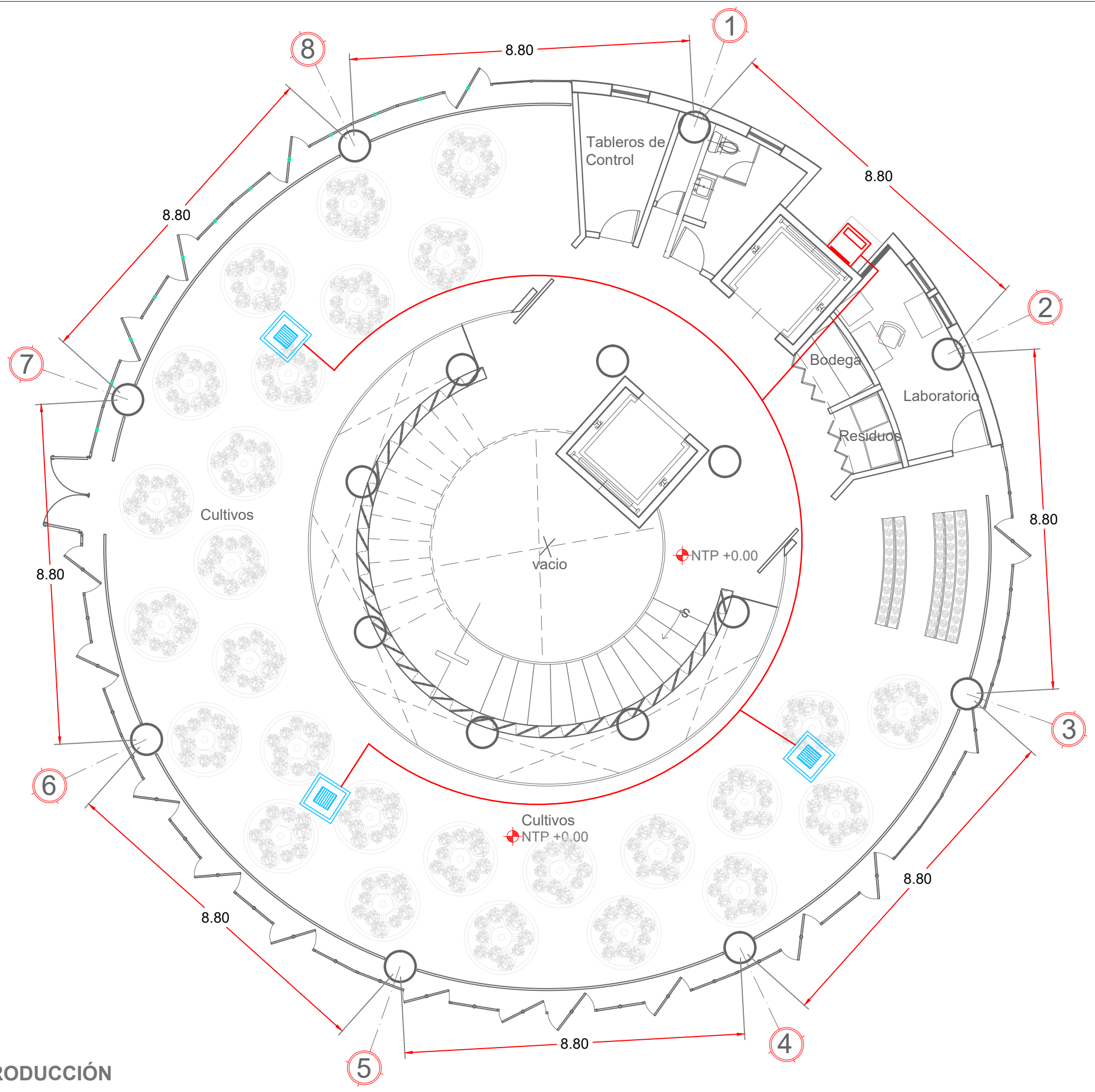
PROFESORES:

ARQ. JESÚS MIGUEL DE LEÓN FLORES
ARQ. JESÚS RAÚL GONZÁLEZ JACOME

INTRO. EN ARQ. LUIS SARAVIA CAMPOS

ALUMNOS:
A.ESTEFANIA HERNÁNDEZ RÁMIREZ
JAIME FRANCISCO GARCIA LOZANO

FECHA: SEPTIEMBRE 2019 | COTAS: METROS | ESCALA: ESC



PLANTA DE PRODUCCIÓN



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ARQUITECTURA

TALLER:
DOMINGO GARCIA RAMOS

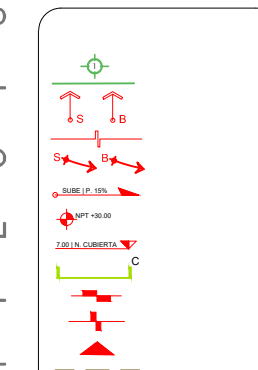
CONTENIDO:
PROPUESTA DE CLIMATIZACIÓN

LOCALIZACION

AVENIDA EJE 10, ESQUINA CON CERRO DEL AGUA.
COLONIA COPILCO
DELEGACIÓN: COYOACAN, CDMX

CROQUIS:

DATOS GENERALES



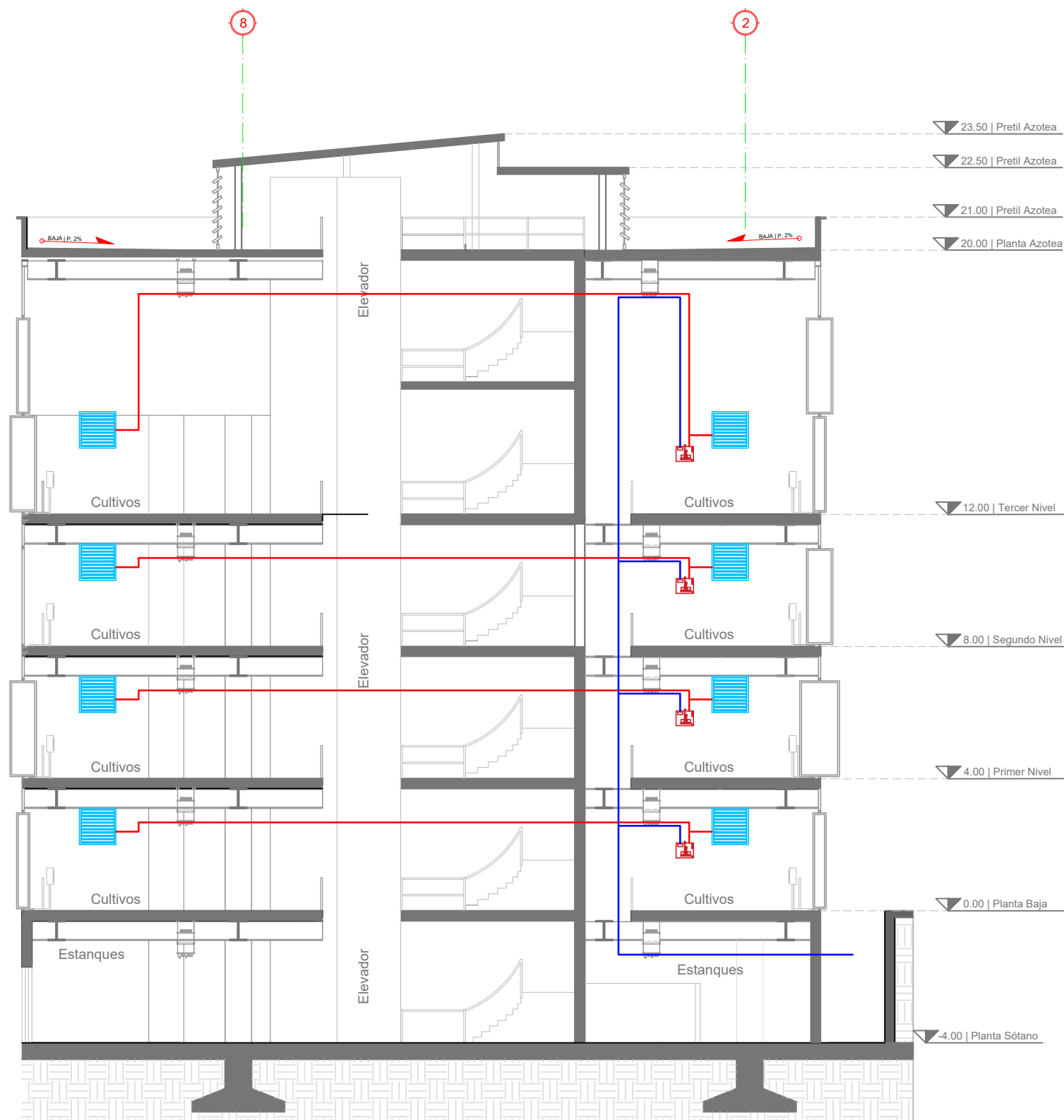
NOTAS
1. LAS COTAS Y NIVELES RIGEN SOBRE DIBUJO.
2. NO TOMAR COTAS A ESCALA DEL PLANO.
3. LAS COTAS SON A EJES O A PAÑOS DE ALBANILERIA, SEGUN SIMBOLOGIA.
4. LAS COTAS Y NIVELES DEBEN SER AVALADAS Y RATIFICADAS EN OBRA POR LA SUPERVISION.



SINODALES:
ARQ. JESÚS MIGUEL DE LEÓN FLORES
ARQ. JESÚS RAÚL GONZÁLEZ JACOME
MTR. EN ARQ. LUIS SARAVIA CAMPOS

ALUMNOS:
A. ESTEFANIA HERNÁNDEZ RÁMIREZ
JAIME FRANCISCO GARCIA LOZANO

FECHA: SEPTIEMBRE 2019 | COTAS: METROS | ESCALA: ESC

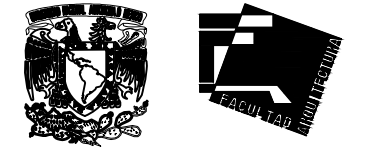
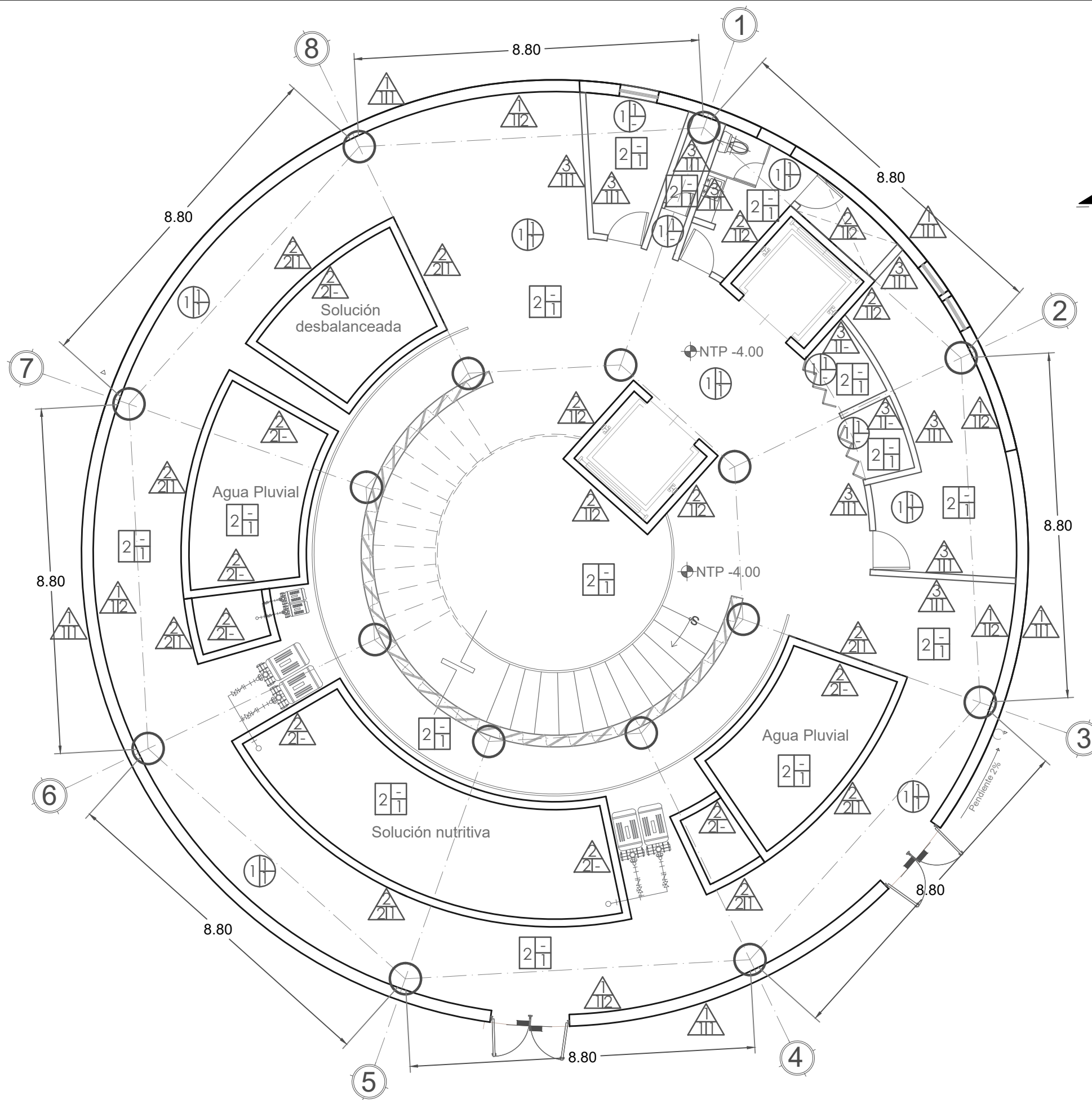


PROYECTO GRANJA VERTICAL

ARQUITECTURA

PLANOS DE ACABADOS /
TORRE DE CULTIVOS.

NOMENCLATURA ACABADOS	
A.	MATERIAL BASE
B.	MATERIAL INICIAL
C.	MATERIAL FINAL
GA 6C @; # 575658CG	
	MUROS BASE
1. Muro de block hueco de cemento de 20x20x40 cm de espesor. 2. Muro de tabique rojo recocido de 6 x 12 x 26 cm en 12 cm de espesor junteado con mortero-arena 1:5 con espesor promedio de 1.5 cm. 3. Muro de panel de cemento PERMABASE sobre bastidor metálico, marca Panel Rey, 1/2" de espesor.	
	MURO ACABADO INICIAL
1. Aplanado fino de mortero impermeable, cemento flexible marca Comex, 1.5 cms de espesor, nivelado a plomo y regla. 2. Aplanado fino de impermeabilizante cementoso, Cemento UH, marca Comex, de 1.5 cms de espesor, nivelado a plomo y regla.	
	MURO ACABADO FINAL
1. Pintura impermeable y aislante térmico acrílica en color según muestra aprobada a dos manos, Comex tipo aislante térmico, previa aplicación de mortero impermeable, cemento flexible Comex. 2. Pulido y nivelado.	
	D#5: # B 1B5 Q#L
1. Losa tipo Spancrete de 1.2x6 m y 8" de espesor, incluye firme estructural de 5 cm de espesor en lecho bajo de losa. 2. Losa de concreto armado f'c = 250 kg / cm² de 10 cm de espesor.	
	D#5: # B 1B5 75658C -B-7-5#L
1. Aplanado fino de mortero impermeable, cemento flexible marca Comex, 1.5 cms de espesor, nivelado a plomo y regla.	
	D#5: # B 1B5 75658C : -B5#L
1. Pulido y nivelado.	
	PISOS (BASE)
1. Losa tipo Spancrete de 1.2x6 m y 8" de espesor. Capa de compresión con malla electrosoldada 6 x 6 - 10/10 de 6 cm. de espesor de concreto f'c = 250 kg / cm² terminado con autonivelante para recibir piso. 2. Firme de concreto armado f'c = 250 kg / cm² con malla electrosoldada 6 x 6 - 10/10 de 30 cm de espesor. 3. Losa de concreto armado f'c = 250 kg / cm² de 10 cm de espesor.	
	PISOS (ACABADO INICIAL)
1. Aplanado fino de impermeabilizante cementoso, Cemento UH, marca Comex, de 1.5 cms de espesor, nivelado a plomo y regla.	
	PISOS (ACABADO FINAL)
2. Cemento pulido y nivelado	



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ARQUITECTURA
 TALLER:
DOMINGO GARCIA RAMOS

CONTENIDO:
ACABADOS
TORRE DE CULTIVOS
PLANTA SÓTANO

LOCALIZACION
 AVENIDA EJE 10, ESQUINA CON CERRO DEL AGUA.
 COLONIA COPILCO
 DELEGACION: COYOACAN, CDMX

CROQUIS:

DATOS GENERALES

PROYECTO GRANJA VERTICAL

SIMBOLOGÍA

	GLÓBO DE EJE
	LÍNEA DE EJE
	INDICACIÓN SENTIDO ESCALERA
	INDICACIÓN CORTE DE ELEMENTO
	INDICACIÓN SENTIDO RAMPA
	INDICACIÓN SENTIDO PENDIENTE
	INDICACIÓN NIVEL DE PISO TERMINADO
	INDICACIÓN NIVEL DE PISO (ALZADO)
	LÍNEA REFERENCIA DE CORTE EN PLANTA
	INDICACIÓN CAMBIO DE PISO
	INDICACIÓN CAMBIO DE PISO EN ALZADO
	INDICACIÓN DE ACCESO
	LÍNEA DE PROYECCIÓN

NOTAS

1. LAS COTAS Y NIVELES RISEN SOBRE DIBUJO.
2. NO TOMAR COTAS A ESCALA DEL PLANO.
3. LAS COTAS SON A EJE O A PAÑOS DE ALBANELERA, SEGUN SIMBOLOGIA.
4. LAS COTAS Y NIVELES DEBEN SER AVALADAS Y RATIFICADAS EN OBRA POR LA SUPERVISION.

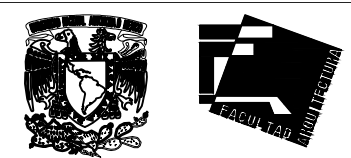
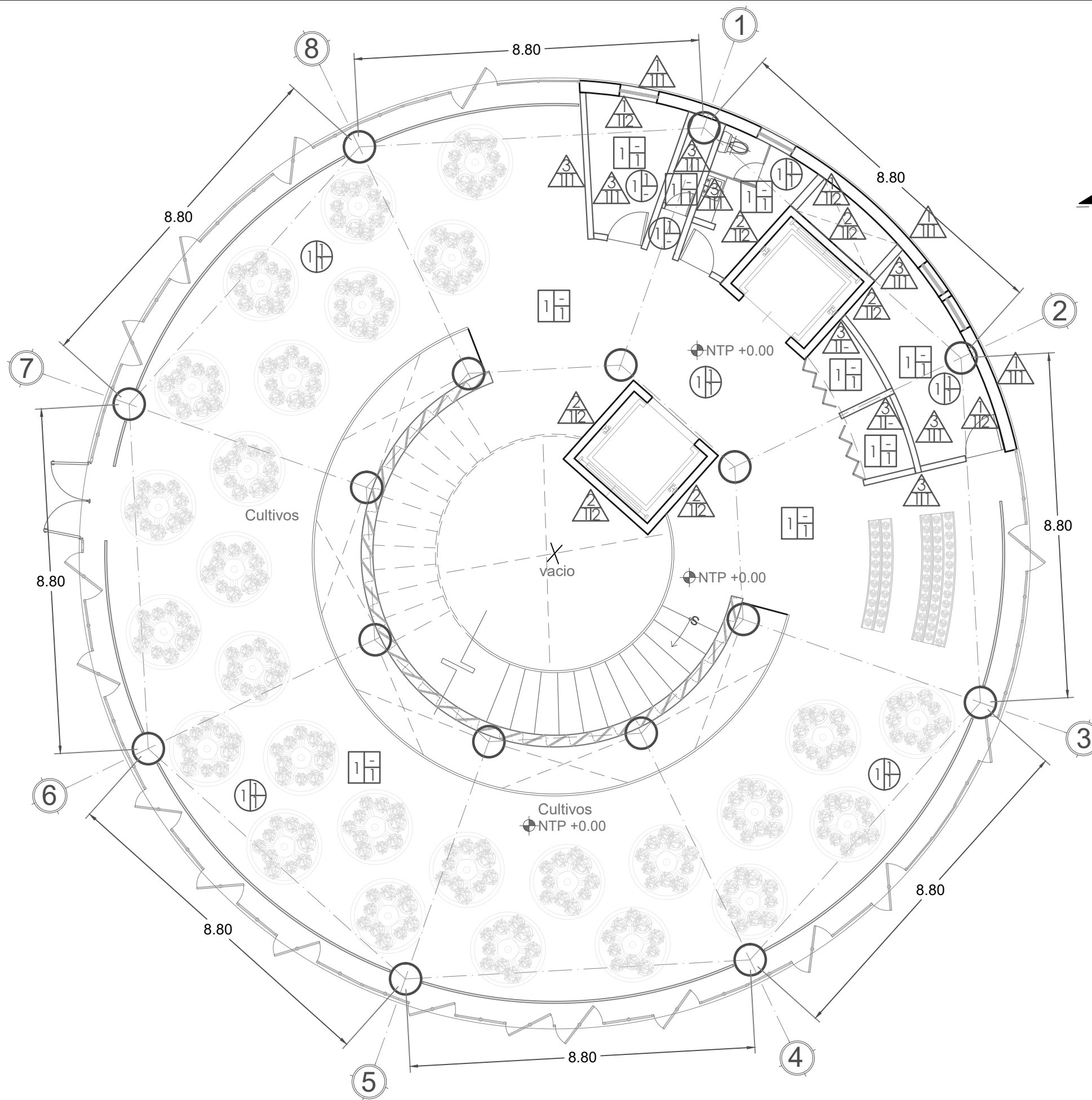
escala grafica 0 1 3

SINDOLES:
 ARQ. JESÚS MIGUEL DE LEÓN FLORES
 ARQ. JESÚS RAÚL GONZÁLEZ JACOME
 MTR. EN ARQ. LUIS SARAVIA CAMPOS

ALUMNOS:
 A. ESTEFANIA HERNÁNDEZ RÁMIREZ
 JAIME FRANCISCO GARCIA LOZANO

FECHA: SEPTIEMBRE 2019 | COTAS: METROS | ESCALA: ESC

NOMENCLATURA ACABADOS	
A.	MATERIAL BASE
B.	MATERIAL INICIAL
C.	MATERIAL FINAL
GA 6C @; # 575658CG	
	MUROS BASE
1. Muro de block hueco de cemento de 20x20x40 cm de espesor. 2. Muro de tabique rojo recocido de 6 x 12 x 26 cm en 12 cm de espesor junteado con mortero-arena 1:5 con espesor promedio de 1.5 cm. 3. Muro de panel de cemento PERMABASE sobre bastidor metálico, marca Panel Rey, 1/2" de espesor.	
	MURO ACABADO INICIAL
1. Aplanado fino de mortero impermeable, cemento flexible marca Comex, 1.5 cms de espesor, nivelado a plomo y regla. 2. Aplanado fino de impermeabilizante cementoso, Cemento UH, marca Comex, de 1.5 cms de espesor, nivelado a plomo y regla.	
	MURO ACABADO FINAL
1. Pintura impermeable y aislante térmico acrílica en color según muestra aprobada a dos manos, Comex tipo aislante térmico, previa aplicación de mortero impermeable, cemento flexible Comex. 2. Pulido y nivelado.	
	D#5: # B 15 5 QEL
1. Losa tipo Spancrete de 1.2x6 m y 8" de espesor, incluye firme estructural de 5 cm de espesor en lecho bajo de losa. 2. Losa de concreto armado f'c = 250 kg / cm ² de 10 cm de espesor.	
	D#5: # B 15 7 5 6 5 8 C -B-7-5 @.
1. Aplanado fino de mortero impermeable, cemento flexible marca Comex, 1.5 cms de espesor, nivelado a plomo y regla.	
	D#5: # B 15 7 5 6 5 8 C : -B-5 @.
1. Pulido y nivelado.	
	PISOS (BASE)
1. Losa tipo Spancrete de 1.2x6 m y 8" de espesor. Capa de compresión con malla electrosoldada 6 x 6 - 10/10 de 6 cm. de espesor de concreto f'c = 250 kg / cm ² terminado con autonivelante para recibir piso. 2. Firme de concreto armado f'c = 250 kg / cm ² con malla electrosoldada 6 x 6 - 10/10 de 30 cm de espesor. 3. Losa de concreto armado f'c = 250 kg / cm ² de 10 cm de espesor.	
	PISOS (ACABADO INICIAL)
1. Aplanado fino de impermeabilizante cementoso, Cemento UH, marca Comex, de 1.5 cms de espesor, nivelado a plomo y regla.	
	PISOS (ACABADO FINAL)
2. Cemento pulido y nivelado	



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ARQUITECTURA
 TALLER:
DOMINGO GARCIA RAMOS



CONTENIDO:
ACABADOS
TORRE DE CULTIVOS
PLANTA BAJA

LOCALIZACION
 AVENIDA EJE 10, ESQUINA CON CERRO DEL AGUA.
 COLONIA COPILCO
 DELEGACION: COYOACAN, CDMX

CROQUIS:

DATOS GENERALES

PROYECTO GRANJA VERTICAL

SIMBOLOGÍA

- GLOBO DE EJE
- LÍNEA DE EJE
- INDICACIÓN SENTIDO
- ESCALERA
- INDICACIÓN CORTE DE ELEMENTO
- INDICACIÓN SENTIDO RAMPA
- INDICACIÓN SENTIDO PENDIENTE
- INDICACIÓN NIVEL DE PISO TERMINADO
- INDICACIÓN NIVEL DE PISO (ALZADO)
- LÍNEA REFERENCIA DE CORTE EN PLANTA
- INDICACIÓN CAMBIO DE PISO
- INDICACIÓN CAMBIO DE PISO EN ALZADO
- INDICACIÓN DE ACCESO
- LÍNEA DE PROYECCIÓN

NOTAS

1. LAS COTAS Y NIVELES RISEN SOBRE DIBUJO.
2. NO TOMAR COTAS A ESCALA DEL PLANO.
3. LAS COTAS SON A EJE O A PAÑOS DE ALBANELERIA, SEGUN SIMBOLOGIA.
4. LAS COTAS Y NIVELES DEBEN SER AVALADAS Y RATIFICADAS EN OBRA POR LA SUPERVISION.

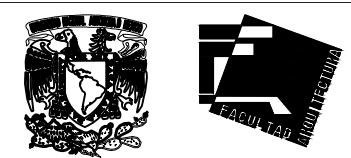
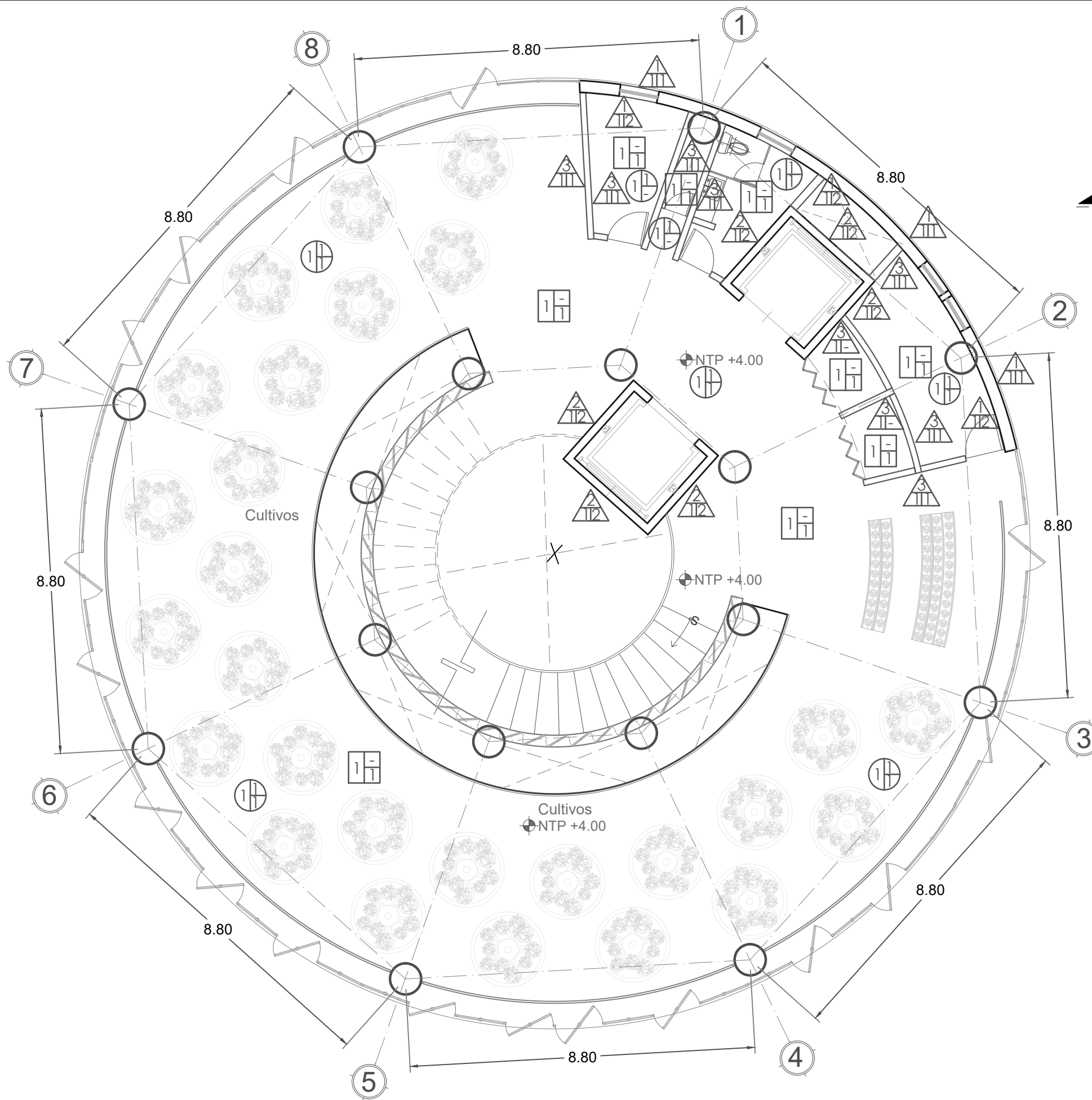
escala grafica 0 1 3

SINDOIALES:
 ARQ. JESÚS MIGUEL DE LEÓN FLORES
 ARQ. JESÚS RAÚL GONZÁLEZ JACOME
 MTR. EN ARQ. LUIS SARAVIA CAMPOS

ALUMNOS:
 A. ESTEFANIA HERNÁNDEZ RÁMIREZ
 JAIME FRANCISCO GARCIA LOZANO

FECHA: SEPTIEMBRE 2019 | **COTAS:** METROS | **ESCALA:** ESC

NOMENCLATURA ACABADOS	
A.	MATERIAL BASE
B.	MATERIAL INICIAL
C.	MATERIAL FINAL
GA 6C @; # 575658CG	
	MUROS BASE
1. Muro de block hueco de cemento de 20x20x40 cm de espesor. 2. Muro de tabique rojo recocido de 6 x 12 x 26 cm en 12 cm de espesor junteado con mortero-arena 1:5 con espesor promedio de 1.5 cm. 3. Muro de panel de cemento PERMABASE sobre bastidor metálico, marca Panel Rey, 1/2" de espesor.	
	MURO ACABADO INICIAL
1. Aplanado fino de mortero impermeable, cemento flexible marca Comex, 1.5 cms de espesor, nivelado a plomo y regla. 2. Aplanado fino de impermeabilizante cementoso, Cemento UH, marca Comex, de 1.5 cms de espesor, nivelado a plomo y regla.	
	MURO ACABADO FINAL
1. Pintura impermeable y aislante térmico acrílica en color según muestra aprobada a dos manos, Comex tipo aislante térmico, previa aplicación de mortero impermeable, cemento flexible Comex. 2. Pulido y nivelado.	
	D85: # B 1B5 Q8L
1. Losa tipo Spancrete de 1.2x6 m y 8" de espesor, incluye firme estructural de 5 cm de espesor en lecho bajo de losa. 2. Losa de concreto armado f'c = 250 kg / cm² de 10 cm de espesor.	
	D85: # B 1B5 75658C -B-7-5 @.
1. Aplanado fino de mortero impermeable, cemento flexible marca Comex, 1.5 cms de espesor, nivelado a plomo y regla.	
	D85: # B 1B5 75658C : -B5 @.
1. Pulido y nivelado.	
	PISOS (BASE)
1. Losa tipo Spancrete de 1.2x6 m y 8" de espesor. Capa de compresión con malla electrosoldada 6 x 6 - 10/10 de 6 cm. de espesor de concreto f'c = 250 kg / cm² terminado con autonivelante para recibir piso. 2. Firme de concreto armado f'c = 250 kg / cm² con malla electrosoldada 6 x 6 - 10/10 de 30 cm de espesor. 3. Losa de concreto armado f'c = 250 kg / cm² de 10 cm de espesor.	
	PISOS (ACABADO INICIAL)
1. Aplanado fino de impermeabilizante cementoso, Cemento UH, marca Comex, de 1.5 cms de espesor, nivelado a plomo y regla.	
	PISOS (ACABADO FINAL)
2. Cemento pulido y nivelado	



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ARQUITECTURA
 TALLER:
DOMINGO GARCIA RAMOS

CONTENIDO:
ACABADOS
TORRE DE CULTIVOS
PLANTA ALTA/TIPO

LOCALIZACION
 AVENIDA EJE 10, ESQUINA CON CERRO DEL AGUA.
 COLONIA COPILCO
 DELEGACION: COYOACAN, CDMX

CROQUIS:

DATOS GENERALES

PROYECTO GRANJA VERTICAL

SIMBOLOGÍA

- ⊕ GLOBO DE EJE
- LÍNEA DE EJE
- ↑ S ↓ B INDICACIÓN SENTIDO ESCALERA
- INDICACIÓN CORTE DE ELEMENTO
- S ← B INDICACIÓN SENTIDO RAMPA
- INDICACIÓN SENTIDO PENDIENTE
- ⊕ NTP +4.00 INDICACIÓN NIVEL DE PISO TERMINADO
- ⊕ 7.00 IN. CUBIERTA INDICACIÓN NIVEL DE PISO (ALZADO)
- LÍNEA REFERENCIA DE CORTE EN PLANTA
- INDICACIÓN CAMBIO DE PISO
- INDICACIÓN CAMBIO DE PISO EN ALZADO
- INDICACIÓN DE ACCESO
- LÍNEA DE PROYECCIÓN

NOTAS

1. LAS COTAS Y NIVELES RISEN SOBRE DIBUJO.
2. NO TOMAR COTAS A ESCALA DEL PLANO.
3. LAS COTAS SON A EJE O A PAÑOS DE ALBANELERIA, SEGUN SIMBOLOGIA.
4. LAS COTAS Y NIVELES DEBEN SER AVALADAS Y RATIFICADAS EN OBRA POR LA SUPERVISION.

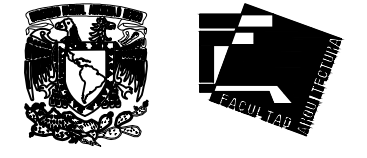
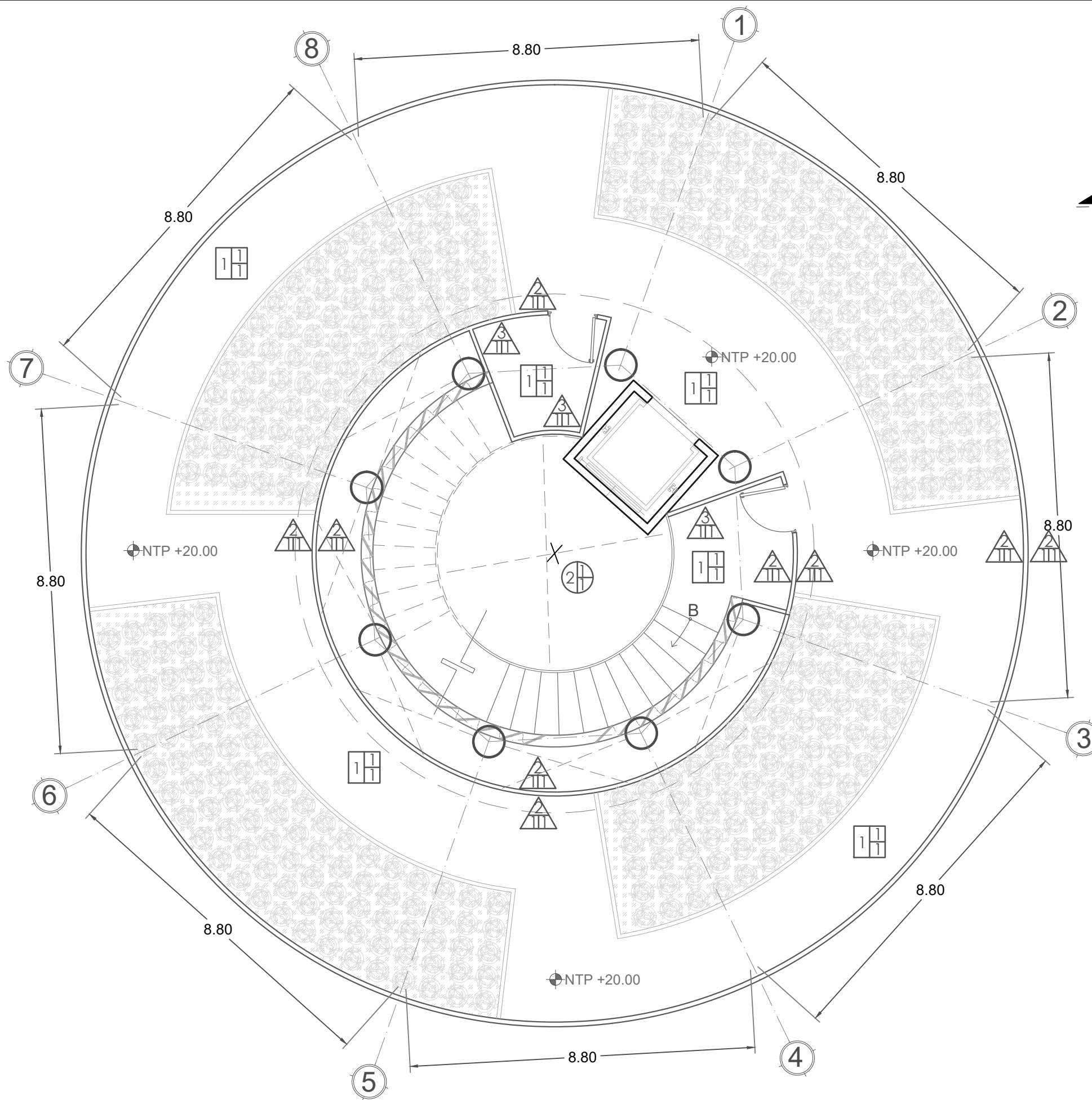
0 1 3
 escala grafica

SINDOIALES:
 ARQ. JESÚS MIGUEL DE LEÓN FLORES
 ARQ. JESÚS RAÚL GONZÁLEZ JACOME
 MTR. EN ARQ. LUIS SARAVIA CAMPOS

ALUMNOS:
 A. ESTEFANIA HERNÁNDEZ RÁMIREZ
 JAIME FRANCISCO GARCIA LOZANO

FECHA: SEPTIEMBRE 2019 | **COTAS:** METROS | **ESCALA:** ESC

NOMENCLATURA ACABADOS	
A.	MATERIAL BASE
B.	MATERIAL INICIAL
C.	MATERIAL FINAL
GA 6C @; # 575658CG	
	MUROS BASE
1. Muro de block hueco de cemento de 20x20x40 cm de espesor. 2. Muro de tabique rojo recocido de 6 x 12 x 26 cm en 12 cm de espesor junteado con mortero-arena 1:5 con espesor promedio de 1.5 cm. 3. Muro de panel de cemento PERMABASE sobre bastidor metálico, marca Panel Rey, 1/2" de espesor.	
	MURO ACABADO INICIAL
1. Aplanado fino de mortero impermeable, cemento flexible marca Comex, 1.5 cms de espesor, nivelado a plomo y regla. 2. Aplanado fino de impermeabilizante cementoso, Cemento UH, marca Comex, de 1.5 cms de espesor, nivelado a plomo y regla.	
	MURO ACABADO FINAL
1. Pintura impermeable y aislante térmico acrílica en color según muestra aprobada a dos manos, Comex tipo aislante térmico, previa aplicación de mortero impermeable, cemento flexible Comex. 2. Pulido y nivelado.	
	D#5: # B 1B5 Q#L
1. Losa tipo Spancrete de 1.2x6 m y 8" de espesor, incluye firme estructural de 5 cm de espesor en lecho bajo de losa. 2. Losa de concreto armado f'c = 250 kg / cm ² de 10 cm de espesor.	
	D#5: # B 1B5 75658C -B-7-5#L
1. Aplanado fino de mortero impermeable, cemento flexible marca Comex, 1.5 cms de espesor, nivelado a plomo y regla.	
	D#5: # B 1B5 75658C : -B5#L
1. Pulido y nivelado.	
	PISOS (BASE)
1. Losa tipo Spancrete de 1.2x6 m y 8" de espesor. Capa de compresión con malla electrosoldada 6 x 6 - 10/10 de 6 cm. de espesor de concreto f'c = 250 kg / cm ² terminado con autonivelante para recibir piso. 2. Firme de concreto armado f'c = 250 kg / cm ² con malla electrosoldada 6 x 6 - 10/10 de 30 cm de espesor. 3. Losa de concreto armado f'c = 250 kg / cm ² de 10 cm de espesor.	
	PISOS (ACABADO INICIAL)
1. Aplanado fino de impermeabilizante cementoso, Cemento UH, marca Comex, de 1.5 cms de espesor, nivelado a plomo y regla.	
	PISOS (ACABADO FINAL)
2. Cemento pulido y nivelado	



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ARQUITECTURA
 TALLER:
DOMINGO GARCIA RAMOS



CONTENIDO:
ACABADOS
TORRE DE CULTIVOS
PLANTA AZOTEA

LOCALIZACION
 AVENIDA EJE 10, ESQUINA CON CERRO DEL AGUA.
 COLONIA COPILCO
 DELEGACION: COYOACAN, CDMX

CROQUIS:

DATOS GENERALES

PROYECTO GRANJA VERTICAL

SIMBOLOGÍA

- ⊕ GLOBO DE EJE
- LÍNEA DE EJE
- ↑ INDICACIÓN SENTIDO ESCALERA
- ↓ INDICACIÓN CORTE DE ELEMENTO
- ↗ INDICACIÓN SENTIDO RAMPA
- ↘ INDICACIÓN SENTIDO PENDIENTE
- ⊕ NTP +20.00 INDICACIÓN NIVEL DE PISO TERMINADO
- ⊕ 7.00 IN. CUBIERTA INDICACIÓN NIVEL DE PISO (ALZADO)
- LÍNEA REFERENCIA DE CORTE EN PLANTA
- INDICACIÓN CAMBIO DE PISO
- INDICACIÓN CAMBIO DE PISO EN ALZADO
- INDICACIÓN DE ACCESO
- LÍNEA DE PROYECCIÓN

NOTAS

1. LAS COTAS Y NIVELES RIGEN SOBRE DIBUJO.
2. NO TOMAR COTAS A ESCALA DEL PLANO.
3. LAS COTAS SON A EJE O A PAÑOS DE ALBAÑILERÍA, SEGUN SIMBOLOGÍA.
4. LAS COTAS Y NIVELES DEBEN SER AVALADAS Y RATIFICADAS EN OBRA POR LA SUPERVISIÓN.

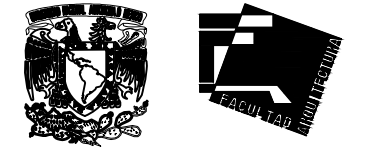
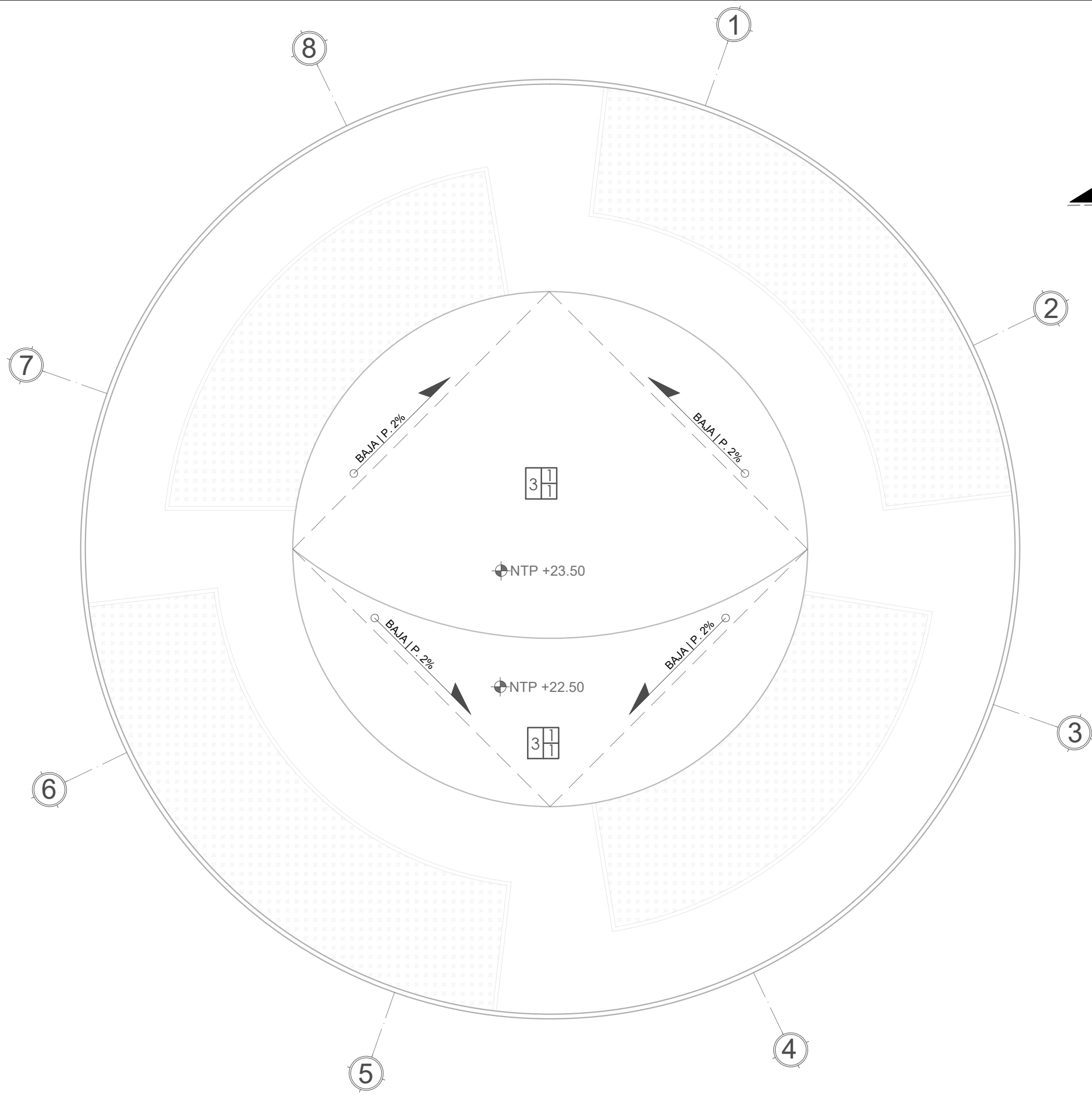
0 1 3
 escala grafica

SINODALES:
 ARQ. JESÚS MIGUEL DE LEÓN FLORES
 ARQ. JESÚS RAÚL GONZÁLEZ JACOME
 MTRO. EN ARQ. LUIS SARAVIA CAMPOS

ALUMNOS:
 A. ESTEFANIA HERNÁNDEZ RÁMIREZ
 JAIME FRANCISCO GARCIA LOZANO

FECHA: SEPTIEMBRE 2019 | COTAS: METROS | ESCALA: ESC

NOMENCLATURA ACABADOS	
A.	MATERIAL BASE
B.	MATERIAL INICIAL
C.	MATERIAL FINAL
GA 6C @; # 575658CG	
	MUROS BASE
1. Muro de block hueco de cemento de 20x20x40 cm de espesor. 2. Muro de tabique rojo recocido de 6 x 12 x 26 cm en 12 cm de espesor junteado con mortero-arena 1:5 con espesor promedio de 1.5 cm. 3. Muro de panel de cemento PERMABASE sobre bastidor metálico, marca Panel Rey, 1/2" de espesor.	
	MURO ACABADO INICIAL
1. Aplanado fino de mortero impermeable, cemento flexible marca Comex, 1.5 cms de espesor, nivelado a plomo y regla. 2. Aplanado fino de impermeabilizante cementoso, Cemento UH, marca Comex, de 1.5 cms de espesor, nivelado a plomo y regla.	
	MURO ACABADO FINAL
1. Pintura impermeable y aislante térmico acrílica en color según muestra aprobada a dos manos, Comex tipo aislante térmico, previa aplicación de mortero impermeable, cemento flexible Comex. 2. Pulido y nivelado.	
	D#5: # B 15 5 QEL
1. Losa tipo Spancrete de 1.2x6 m y 8" de espesor, incluye firme estructural de 5 cm de espesor en lecho bajo de losa. 2. Losa de concreto armado f'c = 250 kg / cm ² de 10 cm de espesor.	
	D#5: # B 15 7 5 65 8 C -B-7-5 QEL
1. Aplanado fino de mortero impermeable, cemento flexible marca Comex, 1.5 cms de espesor, nivelado a plomo y regla.	
	D#5: # B 15 7 5 65 8 C : -B-5 QEL
1. Pulido y nivelado.	
	PISOS (BASE)
1. Losa tipo Spancrete de 1.2x6 m y 8" de espesor. Capa de compresión con malla electrosoldada 6 x 6 - 10/10 de 6 cm. de espesor de concreto f'c = 250 kg / cm ² terminado con autonivelante para recibir piso. 2. Firme de concreto armado f'c = 250 kg / cm ² con malla electrosoldada 6 x 6 - 10/10 de 30 cm de espesor. 3. Losa de concreto armado f'c = 250 kg / cm ² de 10 cm de espesor.	
	PISOS (ACABADO INICIAL)
1. Aplanado fino de impermeabilizante cementoso, Cemento UH, marca Comex, de 1.5 cms de espesor, nivelado a plomo y regla.	
	PISOS (ACABADO FINAL)
2. Cemento pulido y nivelado	



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ARQUITECTURA
 TALLER:
DOMINGO GARCIA RAMOS

CONTENIDO:
ACABADOS
TORRE DE CULTIVOS
PLANTA TECHOS

LOCALIZACION
 AVENIDA EJE 10, ESQUINA CON CERRO DEL AGUA.
 COLONIA COPILCO
 DELEGACION: COYOACAN, CDMX

CROQUIS:

DATOS GENERALES

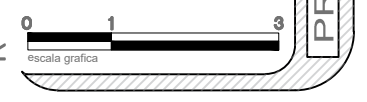
PROYECTO GRANJA VERTICAL

SIMBOLOGÍA

- GLOBO DE EJE
- LÍNEA DE EJE
- INDICACIÓN SENTIDO ESCALERA
- INDICACIÓN CORTE DE ELEMENTO
- INDICACIÓN SENTIDO RAMPA
- INDICACIÓN SENTIDO PENDIENTE
- INDICACIÓN NIVEL DE PISO TERMINADO
- INDICACIÓN NIVEL DE PISO (ALZADO)
- LÍNEA REFERENCIA DE CORTE EN PLANTA
- INDICACIÓN CAMBIO DE PISO
- INDICACIÓN CAMBIO DE PISO EN ALZADO
- INDICACIÓN DE ACCESO
- LÍNEA DE PROYECCIÓN

NOTAS

1. LAS COTAS Y NIVELES SIGEN SOBRE DIBUJO.
2. NO TOMAR COTAS A ESCALA DEL PLANO.
3. LAS COTAS SON A EJE O A PAÑOS DE ALBANELERIA, SEGUN SIMBOLOGIA.
4. LAS COTAS Y NIVELES DEBEN SER AVALADAS Y RATIFICADAS EN OBRA POR LA SUPERVISION.



SINDOALES:
 ARQ. JESÚS MIGUEL DE LEÓN FLORES
 ARQ. JESÚS RAÚL GONZÁLEZ JACOME
 MTRO. EN ARQ. LUIS SARAVIA CAMPOS

ALUMNOS:
 A. ESTEFANIA HERNÁNDEZ RÁMIREZ
 JAIME FRANCISCO GARCIA LOZANO

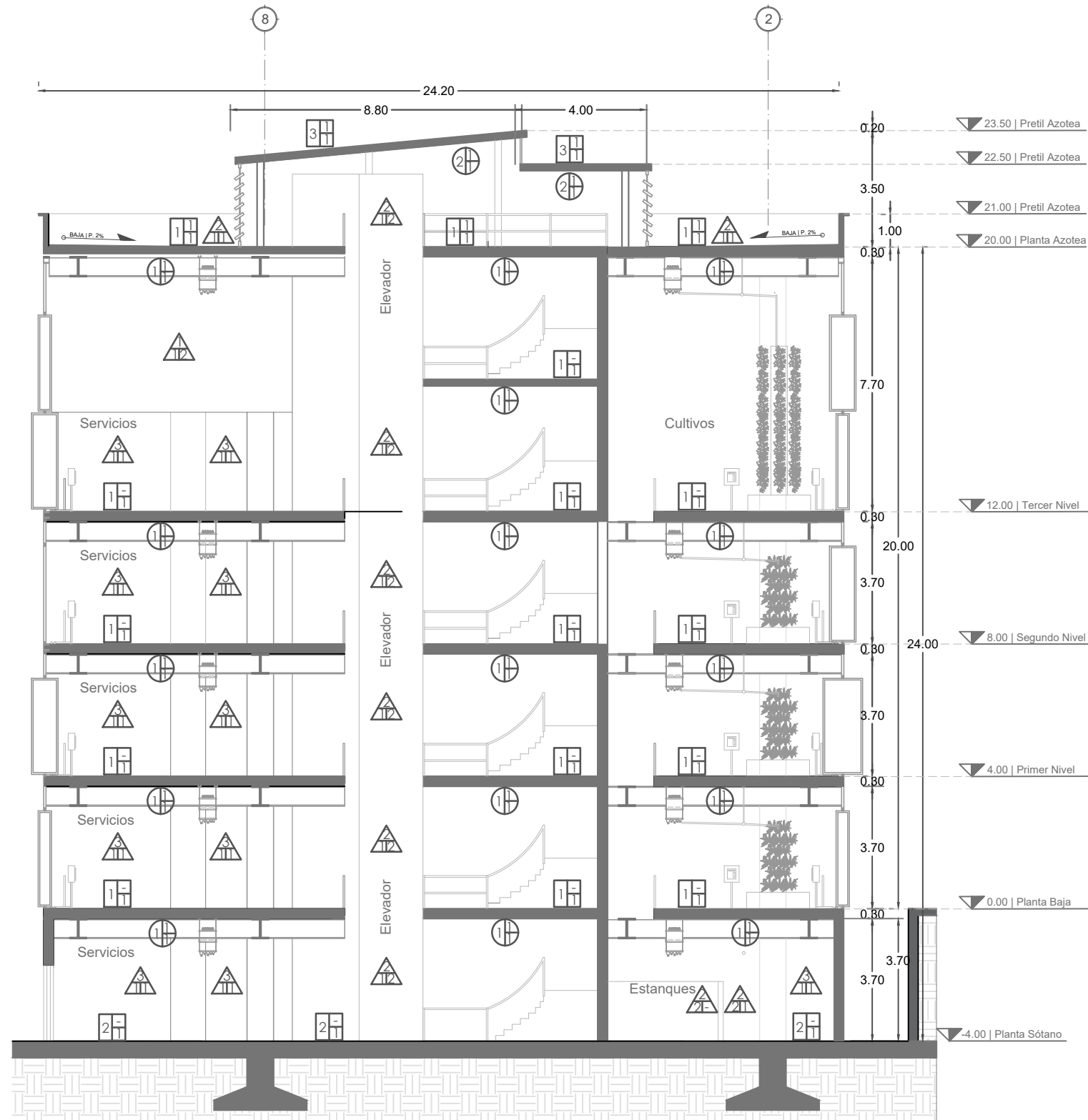
FECHA: SEPTIEMBRE 2019 | **COTAS:** METROS | **ESCALA:** ESC

NOMENCLATURA ACABADOS

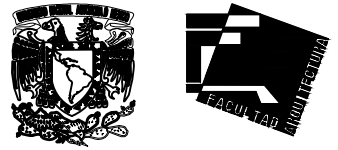
- A. MATERIAL BASE
- B. MATERIAL INICIAL
- C. MATERIAL FINAL

GA 6C @; Æ 575658CG

	MUROS BASE
<ol style="list-style-type: none"> Muro de block hueco de cemento de 20x20x40 cm de espesor. Muro de tabique rojo recocido de 6 x 12 x 26 cm en 12 cm de espesor juntoado con mortero-arena 1:5 con espesor promedio de 1.5 cm. Muro de panel de cemento PERMABASE, sobre bastidor metálico, marca Panel Rey, 1/2" de espesor. 	
	MURO ACABADO INICIAL
<ol style="list-style-type: none"> Aplanado fino de mortero impermeable, cemento flexible marca Comex, 1.5 cms de espesor, nivelado a plomo y regla. Aplanado fino de impermeabilizante cementoso, Cemento UH, marca Comex, de 1.5 cms de espesor, nivelado a plomo y regla. 	
	MURO ACABADO FINAL
<ol style="list-style-type: none"> Pintura impermeable y aislante térmico acrílica en color según muestra aprobada a dos manos, Comex tipo aislante termico , previa aplicación de moretro impermeable, cemento flexible Comex. Pulido y nivelado. 	
	D: Æ B 7B5GDL
<ol style="list-style-type: none"> Losa tipo Spancrete de 1.2x6 m y 8" de espesor, incluye firme estructural de 5 cm de espesor en lecho bajo de losa. Losa de concreto armado f'c = 250 kg / cm² de 10 cm de espesor. 	
	D: Æ B 7B5658C :B7-5@.
<ol style="list-style-type: none"> Aplanado fino de mortero impermeable, cemento flexible marca Comex, 1.5 cms de espesor, nivelado a plomo y regla. 	
	D: Æ B 7B5658C :B5@.
<ol style="list-style-type: none"> Pulido y nivelado. 	
	PISOS (BASE)
<ol style="list-style-type: none"> Losa tipo Spancrete de 1.2x6 m y 8" de espesor. Capa de compresión con malla electrosoldada 6 x 6 - 10/10 de 6 cm. de espesor de concreto f'c = 250 kg / cm² terminado con autonivelante para recibir piso. Firme de concreto armado f'c = 250 kg / cm² con malla electrosoldada 6 x 6 - 10/10 de 30 cm de espesor. Losa de concreto armado f'c = 250 kg / cm² de 10 cm de espesor. 	
	PISOS (ACABADO INICIAL)
<ol style="list-style-type: none"> Aplanado fino de impermeabilizante cementoso, Cemento UH, marca Comex, de 1.5 cms de espesor, nivelado a plomo y regla. 	
	PISOS (ACABADO FINAL)
<ol style="list-style-type: none"> Cemento pulido y nivelado 	

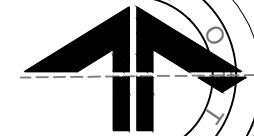


CORTE LONGITUDINAL A-A'



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ARQUITECTURA

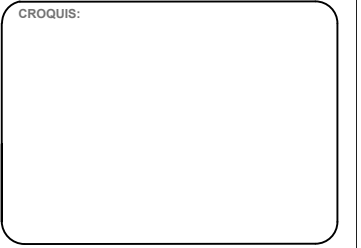
TALLER:
DOMINGO GARCIA RAMOS



CONTENIDO:
ACABADOS
TORRE DE CULTIVOS
CORTE A-A'

LOCALIZACION

AVENIDA EJE 10, ESQUINA CON CERRO DEL AGUA.
COLONIA COPILCO
DELEGACIÓN: COYOACAN, CDMX



DATOS GENERALES

SIMBOLOGÍA

- GLOBO DE EJE
- LÍNEA DE EJE
- INDICACIÓN SENTIDO ESCALERA
- INDICACIÓN CORTE DE ELEMENTO
- INDICACIÓN SENTIDO RAMPA
- INDICACIÓN SENTIDO PENDIENTE
- INDICACIÓN NIVEL DE PISO TERMINADO
- INDICACIÓN NIVEL DE PISO (ALZADO)
- LÍNEA REFERENCIA DE CORTE EN PLANTA
- INDICACIÓN CAMBIO DE PISO
- INDICACIÓN CAMBIO DE PISO EN ALZADO
- INDICACIÓN DE ACCESO
- LÍNEA DE PROYECCIÓN

NOTAS

- LAS COTAS Y NIVELES DEBEN SER SOBRE DIBUJO.
- NO TOMAR COTAS A ESCALA DEL PLANO.
- LAS COTAS SON A EJE O A PAÑOS DE ALBANELERÍA, SEGUN SIMBOLOGIA.
- LAS COTAS Y NIVELES DEBEN SER AVALADAS Y RATIFICADAS EN OBRA POR LA SUPERVISIÓN.

0 1 3
escala grafica

SINDIALES:
ARQ. JESÚS MIGUEL DE LEÓN FLORES
ARQ. JESÚS RAÚL GONZÁLEZ JACOME
MTR. EN ARQ. LUIS SARAVIA JACOME

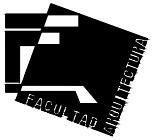
ALUMNOS:
A. ESTEFANIA HERNÁNDEZ RÁMIREZ
JAIME FRANCISCO GARCIA LOZANO

FECHA: SEPTIEMBRE 2019 | COTAS: METROS | ESCALA: ESC

ARQUITECTURA

PROYECTO GRANJA VERTICAL

PLANO ESTRUCTURALES/
TORRE DE CULTIVOS.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ARQUITECTURA

TALLER:
DOMINGO GARCIA RAMOS

CONTENIDO:
ESTRUCTURAL

TORRE DE CULTIVOS
PLANTA BAJA

LOCALIZACION

AVENIDA EJE 10, ESQUINA CON CERRO DEL AGUA.
COLONIA COPILCO
DELEGACION: COYOACAN, CDMX

CROQUIS:

DATOS GENERALES

SIMBOLOGIA

	GLORBO DE EJE
	LÍNEA DE EJE
	INDICACIÓN SENTIDO ESCALERA
	INDICACIÓN CORTE DE ELEMENTO
	INDICACIÓN SENTIDO RAMPA
	INDICACIÓN SENTIDO PENDIENTE
	INDICACIÓN NIVEL DE PISO TERMINADO
	INDICACIÓN NIVEL DE PISO (ALZADO)
	LÍNEA REFERENCIA DE CORTE EN PLANTA
	INDICACIÓN CAMBIO DE PISO
	INDICACIÓN CAMBIO DE PISO EN ALZADO
	INDICACIÓN DE ACCESO
	LÍNEA DE PROYECCIÓN

NOTAS

1. LAS COTAS Y NIVELES RISEN SOBRE DIBUJO.
2. NO TOMAR COTAS A ESCALA DEL PLANO.
3. LAS COTAS SON A EJE O A PAÑOS DE ALBANELERIA, SEGUN SIMBOLOGIA.
4. LAS COTAS Y NIVELES DEBEN SER AVALADAS Y RATIFICADAS EN OBRA POR LA SUPERVISION.

0 1 3
escala grafica

SINDOIALES:

ARQ. JESÚS MIGUEL DE LEÓN FLORES

ARQ. JESÚS RAÚL GONZÁLEZ JACOME

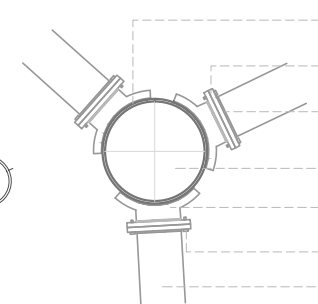
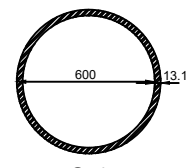
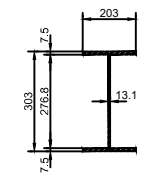
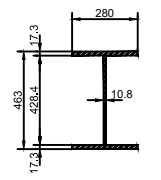
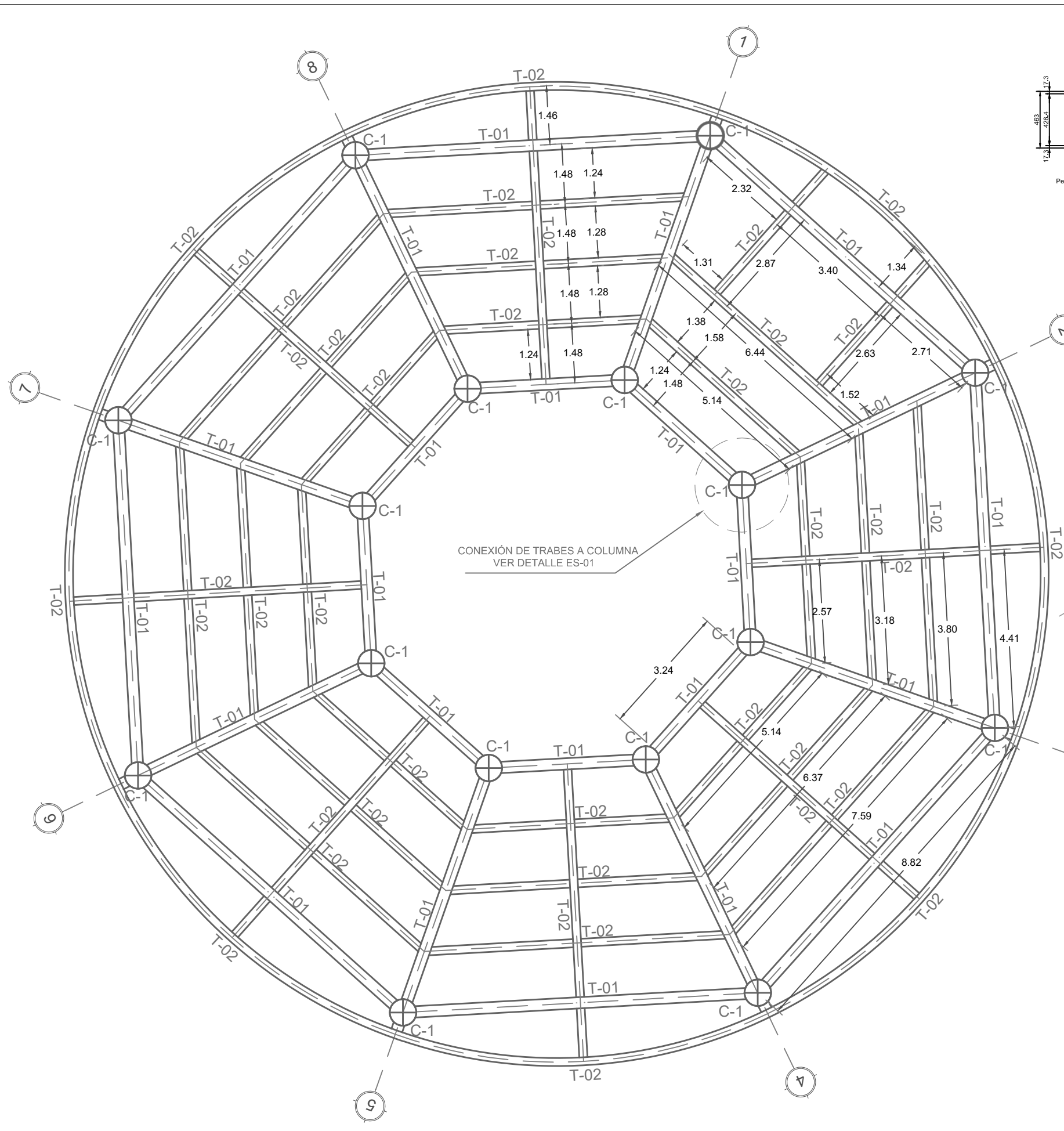
MTR. EN ARQ. LUIS SARAVIA CAMPOS

ALUMNOS:

A.ESTEFANIA HERNÁNDEZ RÁMIREZ

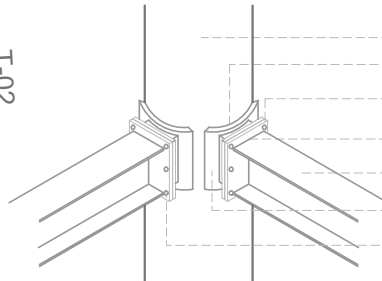
JAIME FRANCISCO GARCIA LOZANO

FECHA: SEPTIEMBRE 2019 | COTAS: METROS | ESCALA: ESC



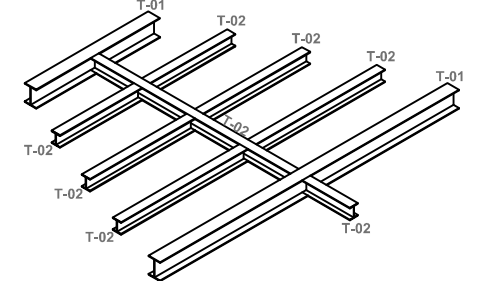
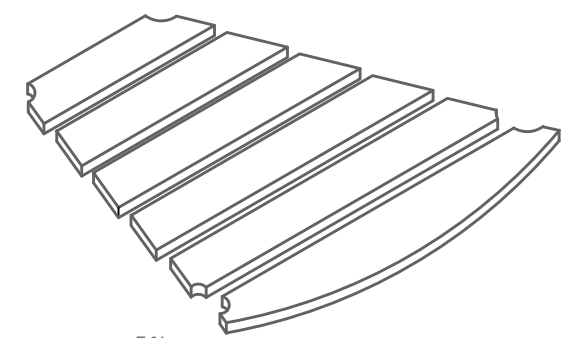
DETALLE ES-01
CONEXIÓN DE TRABES A COLUMNA

- Soldadura para conexión de pieza prefabricada a columna circular. Placa de acero de 50x50 cm, 1" de espesor.
- Soldadura para conexión de trabe a pieza de acero prefabricada.
- Columna de acero, perfil tubular 600 mm Ø .
- Pieza de acero prefabricada para conexión con columna circular.
- Perno de anclaje.
- Perfil de acero tipo H Americano 280 x 463 mm ala ancha (trabe principal).



ISOMÉTRICO DETALLE ES-01
CONEXIÓN DE TRABES A COLUMNA

- Columna de acero, perfil tubular 600 mm Ø .
- Soldadura para conexión de pieza prefabricada a columna circular.
- Placas de acero de 50 x 50 cm, 1" de espesor.
- Soldadura para conexión de trabe a pieza de acero prefabricada.
- Perfil de acero tipo H Americano 280 x 463 mm ala ancha (trabe principal).
- Pieza de acero prefabricada para conexión con columna circular.
- Pernos de anclaje.



ESQUEMA DE ESTRUCTURA DE UN TABLERO

PROYECTO GRANJA VERTICAL



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ARQUITECTURA

TALLER:
DOMINGO GARCIA RAMOS

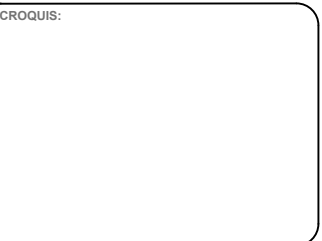
CONTENIDO:
ESTRUCTURAL

DESPIECE DE LOSA
TIPO SPANCRETE

LOCALIZACION

AVENIDA EJE 10, ESQUINA CON CERRO
DEL AGUA.
COLONIA COPILCO
DELEGACION: COYOACAN, CDMX

CROQUIS:



DATOS GENERALES

SIMBOLOGÍA	
	GLORBO DE EJE
	LÍNEA DE EJE
	INDICACIÓN SENTIDO ESCALERA
	INDICACIÓN SENTIDO ELEMENTO
	INDICACIÓN SENTIDO RAMPA
	INDICACIÓN SENTIDO PENDIENTE
	INDICACIÓN NIVEL DE PISO TERMINADO
	INDICACIÓN NIVEL DE PISO (ALZADO)
	LÍNEA REFERENCIA DE CORTE EN PLANTA
	INDICACIÓN CAMBIO DE PISO
	INDICACIÓN CAMBIO DE PISO EN ALZADO
	INDICACIÓN DE ACCESO
	LÍNEA DE PROYECCIÓN

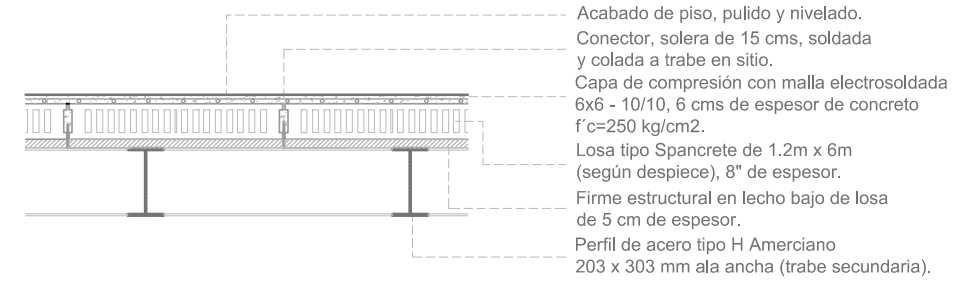
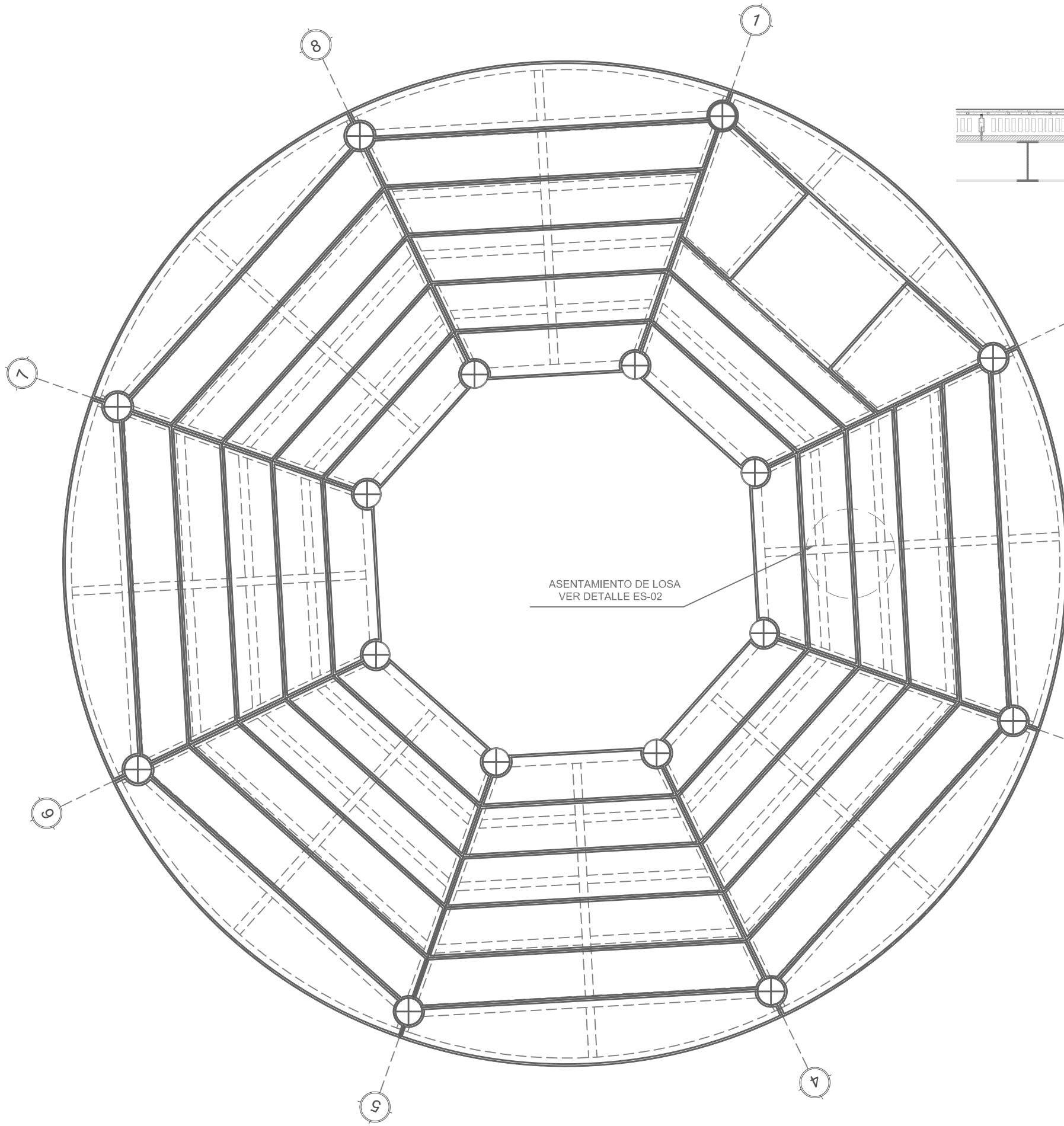
NOTAS
1. LAS COTAS Y NIVELES RISEN SOBRE DIBUJO.
2. NO TOMAR COTAS A ESCALA DEL PLANO.
3. LAS COTAS SON A EJES O A PAÑOS DE ALBANELERIA, SEGUN SIMBOLOGIA.
4. LAS COTAS Y NIVELES DEBEN SER AVALADAS Y RATIFICADAS EN OBRA POR LA SUPERVISIÓN.

escala grafica
0 1 3

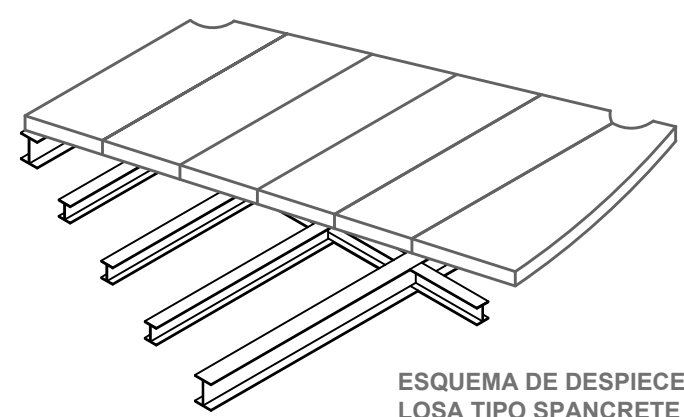
SINDOCALES:
ARQ. JESÚS MIGUEL DE LEÓN FLORES
ARQ. JESÚS RAÚL GONZÁLEZ JACOME
MTR. EN ARQ. LUIS SARAVIA CAMPOS

ALUMNOS:
A. ESTEFANIA HERNÁNDEZ RÁMIREZ
JAIME FRANCISCO GARCIA LOZANO

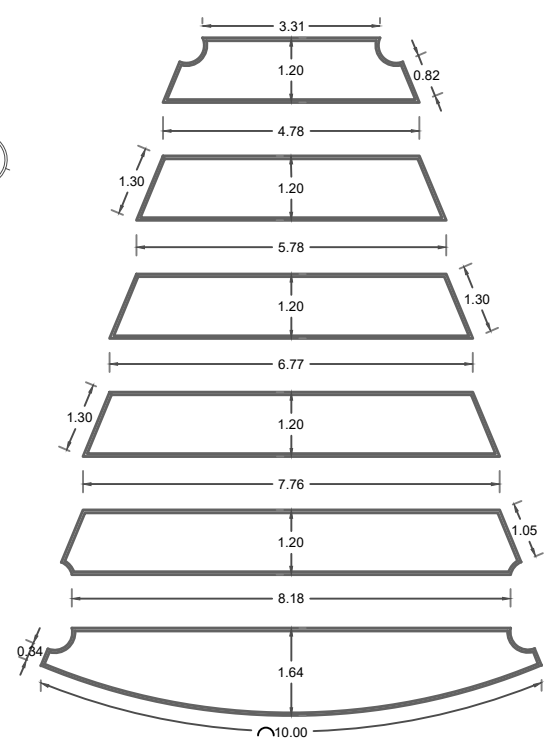
FECHA: SEPTIEMBRE 2019 | COTAS: METROS | ESCALA: ESC



DETALLE ES-02
ASENTAMIENTO DE LOSA



ESQUEMA DE DESPIECE
LOSA TIPO SPANCRETE



DESPIECE POR TABLERO

N
O
R
T
E

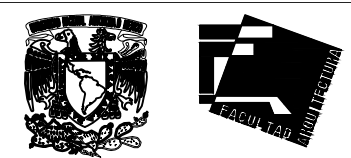
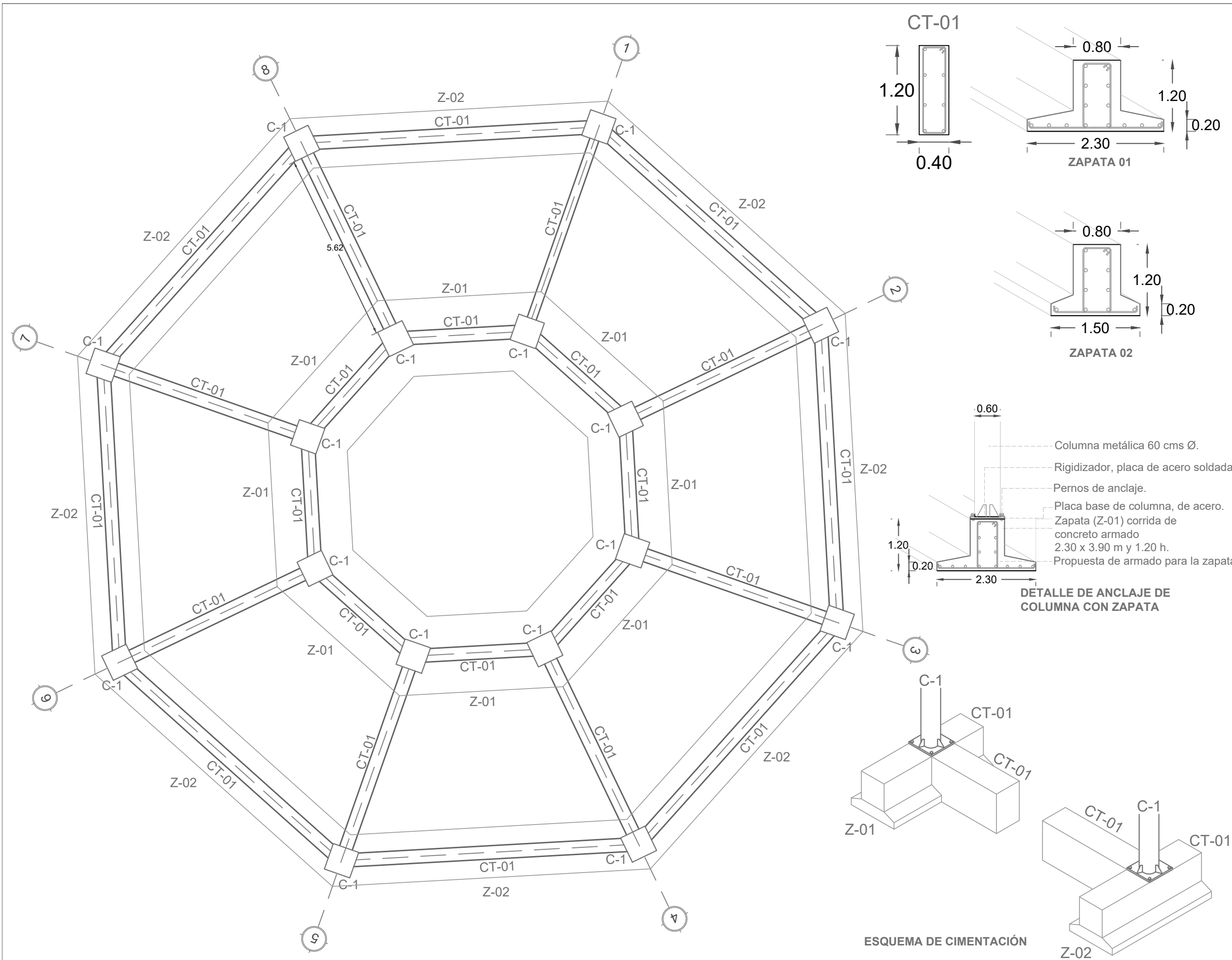
A

R

A

A

PROYECTO GRANJA VERTICAL



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ARQUITECTURA
 TALLER:
DOMINGO GARCIA RAMOS

CONTENIDO:
CIMENTACIÓN

LOCALIZACIÓN
 AVENIDA EJE 10, ESQUINA CON CERRO DEL AGUA.
 COLONIA COPILCO
 DELEGACIÓN: COYOACAN, CDMX

CROQUIS:

DATOS GENERALES

SIMBOLOGÍA

- ⊕ GLOBO DE EJE
- LÍNEA DE EJE
- ↑ INDICACIÓN SENTIDO ESCALERA
- INDICACIÓN CORTE DE ELEMENTO
- ↔ INDICACIÓN SENTIDO RAMPA
- ↔ INDICACIÓN SENTIDO PENDIENTE
- ⊕ NPT -10.00 INDICACIÓN NIVEL DE PISO TERMINADO
- ⊕ 7.00 N. CUBIERTA INDICACIÓN NIVEL DE PISO (ALZADO)
- LÍNEA REFERENCIA DE CORTE EN PLANTA
- INDICACIÓN CAMBIO DE PISO
- INDICACIÓN CAMBIO DE PISO EN ALZADO
- INDICACIÓN DE ACCESO
- LÍNEA DE PROYECCIÓN

NOTAS

1. LAS COTAS Y NIVELES RIGEN SOBRE DIBUJO.
2. NO TOMAR COTAS A ESCALA DEL PLANO.
3. LAS COTAS SON A EJE O A PAÑOS DE ALBANELERÍA, SEGUN SIMBOLOGÍA.
4. LAS COTAS Y NIVELES DEBEN SER AVALADAS Y RATIFICADAS EN OBRA POR LA SUPERVISIÓN.

0 1 3
 escala grafica

PROYECTO GRANJA VERTICAL

SINDOIALES:
 ARQ. JESÚS MIGUEL DE LEÓN FLORES
 ARQ. JESÚS RAÚL GONZÁLEZ JACOME
 MTR. EN ARQ. LUIS SARAVIA CAMPOS

ALUMNOS:
 A. ESTEFANIA HERNÁNDEZ RÁMIREZ
 JAIME FRANCISCO GARCIA LOZANO

FECHA: SEPTIEMBRE 2019 | COTAS: METROS | ESCALA: ESC