

Liliana Guerreiro do Vale

ESTÁGIO PROFISSIONAL

Jardins de cobertura no Dubai: Estratégias para o uso de vegetação em situações de reutilização de águas residuais.



Liliana Guerreiro do Vale

ESTÁGIO PROFISSIONAL

Jardins de cobertura no Dubai: Estratégias para o uso de vegetação em situações de reutilização de águas residuais.

Relatório Final de Estágio

Para obtenção do Grau de Mestre em Arquitetura Paisagista

Relatório efetuado sob a orientação de:

Orientadora Interna: Arq.^a Paisagista Ana Gomes da Silva

Orientador Externo: Arq.^o Hesham Sheikh Amin



UAAlg FCT

UNIVERSIDADE DO ALGARVE
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

2017

Universidade do Algarve

ESTÁGIO PROFISSIONAL

Jardins de cobertura no Dubai: Estratégias para o uso de vegetação em situações de reutilização de águas residuais.

Declaração de autoria do trabalho

“Declaro ser a autora deste trabalho, que é original e inédito. Autores e trabalhos consultados estão devidamente citados no texto e constam da listagem de referências incluída.”

Liliana Guerreiro do Vale

COPYRIGHT© Liliana Guerreiro do Vale

A Universidade do Algarve reserva para si o direito, em conformidade com o disposto no Código do Direito de Autor e dos Direitos Conexos, de arquivar, reproduzir e publicar a obra, independentemente do meio utilizado, bem como de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição para fins meramente educacionais ou de investigação e não comerciais, conquanto seja dado o devido crédito ao autor e editor respetivos.

Outubro 2017

AGRADECIMENTOS

A todos os professores que me transmitiram o seu conhecimento, em especial à professora Arq.^a Paisagista Ana Gomes da Silva, minha coordenadora de estágio, a quem agradeço todas as ideias e todos os conselhos.

Aos meus colegas de curso.

Foi muito importante para mim a forma como sempre fui atendida, quer presencialmente, quer através de *e-mails*, pela Sra. Diretora Maria Teresa Sales, obrigada pela simpatia, profissionalismo e disponibilidade.

À chefe dos Serviços de formação Avançada, Dra. Conceição Oliveira, e funcionárias que com ela trabalham.

À D. Paula Caboz do Gabinete de Apoio ao estudante.

À empresa Mabani Consulting, que me recebeu para estágio e em especial ao Arq.^o Hesham Sheikh Amin, que me permitiu trabalhar na área que tanto gosto.

Por fim, mas não menos importante, agradeço à minha família linda, sem ela dificilmente conseguiria chegar até aqui. Mãe, és a maior, pela paciência, por me aturares quer pessoalmente, quer através da internet, quando quase ia abaixo tu apoiavas-me, obrigada pela força que me deste e continuas a dar.

Ao Joey, meu namorado, que está a meu lado e atura o meu mau humor sem refilar.

Obrigada por me terem feito sempre sentir capaz de superar qualquer adversidade estando ao meu lado a 100%. Obrigada por serem o pilar da minha vida!

Obrigada a Todos, Como sou uma pessoa de fé, agradeço também a Deus.

RESUMO

O relatório de estágio profissional apresentado descreve o trabalho desenvolvido no Gabinete de Arquitetura Mabani Consulting localizado no Dubai nos Emirados Árabes Unidos. Durante o estágio foram desenvolvidos dois projetos para jardins de cobertura, nos quais o principal objetivo é promover o uso eficiente da água e a utilização de vegetação autóctone.

Nos Emirados Árabes Unidos, onde a elevada densidade urbana tem vários impactes no clima local e no bem-estar da população, existe a obrigatoriedade de, pelo menos 30% da cobertura dos edifícios ser destinada a coberturas verdes, pois estas trazem vários benefícios para o equilíbrio dos ecossistemas urbano e ecológico.

A água é um bem escasso nesta região e nem sempre as soluções de projeto adotadas privilegiam a economia dos recursos naturais, deste modo, a investigação que sustenta os projetos desenvolvidos debruça-se sobre a compreensão dos aspetos técnicos das coberturas verdes, mas também sobre as possibilidades de reutilização de águas residuais nas coberturas verdes, essencialmente para o abastecimento do sistema de rega.

Se o projeto de uma cobertura verde for bem pensado, é possível estas terem capacidade para armazenar as águas domésticas e, posteriormente, reutilizá-las para o sistema de rega, através de um processo de filtração e de tratamento, promovendo a qualidade ambiental.

Palavras – chave: Coberturas verdes, águas domésticas, ecossistema urbano, sustentabilidade, Emirados Árabes Unidos.

ABSTRACT

The professional internship report describes the work developed at the Mabani Consulting Architecture Office located in Dubai in the United Arab Emirates. During the internship two projects were developed for green roofs, in which the main objective is to promote the efficient use of water and the use of native vegetation.

In the United Arab Emirates, where high urban density has several impacts on the local climate and the well-being of the population, there is a requirement that at least 30% of the buildings' coverage is destined for green roofs, as these have several benefits for the balance of urban and ecological ecosystems.

Water is a scarce resource in this region and the project solutions adopted do not always favor the economy of natural resources, in this way the research that sustains the developed projects is focused on the understanding the technical aspects of green roofs, but also on the possibilities of reuse of waste water in green roofs, essentially for the supply of the irrigation system.

If the design of a green cover is well thought out, it is possible for these to be able to store the domestic water and subsequently, to reuse them for the irrigation system, through a filtration and treatment process, promoting environmental quality.

Keywords: green roofs, domestic water, urban ecosystems, sustainability, United Arab Emirates.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS.....	v
RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	viii
ÍNDICE GERAL.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE TABELAS.....	xiii
LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS.....	xiv
PRIMEIRA PARTE.....	1
CAPITULO 1 – INTRODUÇÃO.....	3
1.1. Tema do estágio	4
1.2. Objetivos.....	6
1.3. Metodologia	7
1.4. Organização do relatório de estágio.....	8
CAPITULO 2 – ESTÁGIO CURRICULAR.....	9
2.1. Escolha do local de estágio.....	9
2.2. Caracterização do <i>Atelier</i> e do seu processo de trabalho.....	9
2.3. Projetos desenvolvidos pelo <i>atelier</i>	11
2.4. Caracterização do local – Emirados Árabes Unidos.....	15
CAPITULO 3 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
3.1. Coberturas Verdes.....	17
3.1.1. Evolução histórica.....	17
3.1.2. Legislação, regulamentos e normas das coberturas verdes e das águas cinzentas no Dubai.	20
3.1.3. Constituição das Coberturas Verdes	26
3.1.4. Tipos de Coberturas Verdes	29
3.1.5. Vantagens e desvantagens das Coberturas Verdes	32
3.1.6. Desafios na implementação das Coberturas Verdes.....	34
3.1.7. Manutenção das Coberturas Verdes.....	36
3.2. A água nas coberturas verdes	37

3.2.1. Disponibilidade de água a nível mundial	38
3.2.2. Situação de gestão da água urbana no Dubai.....	39
3.2.3. Caracterização das águas residuais urbanas.....	42
3.2.4. Tipos de reutilização das águas cinzentas.....	44
3.2.5. Tipos de tratamento das águas cinzentas residuais.....	46
3.2.6. Benefícios e problemas do uso de águas cinzentas residuais.....	47
SEGUNDA PARTE.....	49
CAPITULO 4 – PROJETOS DESENVOLVIDOS NO ATELIER.....	51
4.1. Metodologia de trabalho.....	52
4.2. Conceito e programa.....	53
4.3. Aspetos técnicos comuns aos dois projetos.....	54
4.3.1. Descrição do projeto Fujairah Investment Twin Towers.....	57
4.3.2. Descrição do projeto G+4.....	69
4.4. Análise critica.....	75
CAPITULO 5 – CONCLUSÃO.....	77
BIBLIOGRAFIA.....	79
ANEXOS.....	89
Anexo 1- Projeto de Execução da Fujairah Espaço exterior- <i>Roof Top</i> , Espaço Interior – <i>Mezaninne</i>	91
Anexo 2- Projeto de Execução Dubai G+4.....	106
Anexo 3- Cálculos de Rega para ambos os Projetos.....	114
Anexo 4- Rascunhos de várias opções de design para os espaços.....	116
Anexo 5- Ficha técnica do sistema de rega para o tratamento e filtração das águas domésticas Flotender.....	128
Anexo 6- Ficha técnica sobre as Coberturas Verdes da ZinCo.....	131

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figura 1.1 – O efeito de ilha de calor no centro da cidade de Dubai.....	4
Figura 1.2 - Modelo de cidade sustentável.....	5
Figura 1.3- Diagrama das estratégias metodológicas	8

CAPÍTULO 2

Figura 2.1 – Logotipo da empresa Mabani Consulting.....	9
Figura 2.2 - Sheikh Zayed Mosque	12
Figura 2.3 – G+9 e G+10 Edifícios Residenciais	12
Figura 2.4 – G+42 Tower	13
Figura 2.5 - Sheiba Towers	13
Figura 2.6 - Extensão do aeroporto Internacional de Kuala Lumpur	14
Figura 2.7 - Espaço verde do aeroporto de Kuala Lumpur	14
Figura 2.8– Emirados Árabes Unidos	15
Figura 2.9 – Emirado do Dubai.....	15

CAPÍTULO 3

Figura 3.1 - Jardins suspensos da Babilónia	17
Figura 3.2 - Esquema dos jardins suspensos da Babilónia baseado nas descrições do arqueólogo Robert Koldewey.....	17
Figura 3.3 – Torre del Guinigis	18
Figura 3.4 - Vista do terraço da torre	18
Figura 3.5 – Villa Savoye.....	19
Figura 3.6 – Fallingwater, Guest house	19
Figuras 3.7 – ETAR de Alcântara	20
Figura 3.8 - Passeio dos Clérigos	20
Figura 3.9- Wafi City Mall.....	20
Figura 3.10 - O Ciclo de vida do edifício	21
Figura 3.11 - Princípios de sustentabilidade do edifício	22
Figura 3.12 - Componentes do sistema da Cobertura verde	27

Figura 3.13 - Cobertura Verde Intensiva, Este de Vancouver.....	29
Figura 3.14 - Cobertura Verde Intensiva simples, Basel, Suíça	29
Figura 3.15 - Cobertura Verde Extensiva, Victoria, Austrália	30
Figura 3.16 - Coberturas verdes em superfícies inclinadas	31
Figura 3.17 - Sistema modular	31
Figura 3.18 – Horta urbana em cobertura na cidade de São Paulo	34
Figura 3.19 – Coberturas verdes na Alemanha	34
Figura 3.20 – Pressão do vento	35
Figura 3.21 - Total de água no mundo	38
Figura 3.22 - Disponibilidade dos Recursos de água Doce	38
Figura 3.23 - Disponibilidade de água doce em metros cúbicos por pessoa e por ano 2013.....	39
Figura 3.24-Ciclo hidrológico no Estados Árabes Unidos.....	40
Figura 3.25 – <i>Falajes</i>	40
Figura 3.26 - As origens da água potável no Estados Árabes Unidos 2009	41
Figura 3.27 - Distribuição da água cinzenta no edifício	42
Figura 3.28 - Diagrama para implementação de um plano de reutilização de água	45

CAPÍTULO 4

Figura 4.1 - Investment Twin Tower	51
Figura 4.2 – Edifício G+4	51
Figura 4.3 - Diagrama das estratégias metodológicas de projeto.....	52
Figura 4.4 – Sistema de Drenagem superficial	55
Figura 4.5- Sistema de tratamento Flotender das águas cinzentas para o sistema de rega.....	56
Figura 4.6 - Sistema de válvulas para o sistema de tratamento.....	57
Figura 4.7 - Sistema de válvula para o esgoto.....	57
Figura 4.8 - Emirados Árabes Unidos : Fujairah.....	58
Figura 4.9 - Aproximação da área de intervenção na área Merashid	58
Figura 4.10 – Área de intervenção, assinalada com retângulo preto	58
Figura 4.11 - Fujairah Investment Twin Towers	59
Figura 4.12 – Plano Geral da <i>Mezaninne</i>	59
Figura 4.13 – Perspetiva da cobertura.....	60
Figura 4.14– Perspetiva da cobertura.....	60
Figura 4.15 – Perspetiva da cobertura.....	60
Figura 4.16 – Plano Geral da cobertura verde.....	62

Figura 4.17 –Plano Geral da cobertura verde com a legenda.....	63
Figura 4.18 – Perspetiva geral da Cobertura Verde.....	64
Figura 4.19 – Implementação de vegetação com a função de proteção visual e de contenção de ruído da área mecânica.....	64
Figura 4.20 – Pormenor da Área Estadia.....	65
Figura 4.21 – Pormenor da Área estadia para a <i>Mezaninne</i>	65
Figura 4.22 – Pormenor da Área Contemplação.....	66
Figura 4.23 – Pormenor das trepadeiras e da parede verde.....	66
Figura 4.24 – Área de estadia a norte e área de contemplação a sul.....	67
Figura 4.25 – Área de piscina.....	68
Figura 4.26 - Dubai	69
Figura 4.27 - Retângulo preto área de intervenção na área Al Mina	69
Figura 4.28 – Edifício G+4, localização das coberturas verdes	70
Figura 4.29 – Plano Geral G+4.....	71
Figura 4.30 – Perspetiva Plano Geral G+4, com as mini cascatas a oeste (A) e a este (B).....	72
Figura 4.31 – Perspetiva do projeto G+4,vista para Sul.....	73
Figura 4.32 – Perspetiva do projeto G+4, vista para Norte.....	74

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1- Informação do Clima de Dubai	16
Tabela 2- Informação do Clima de Fujairah	16
Tabela 3 – Exemplos de algumas plantas autóctones com necessidades baixas de água.....	24
Tabela 4 – Características dos três tipos de Coberturas verdes na retenção de água	32
Tabela 5 – Águas cinzentas - poluentes e riscos	43
Tabela 6 – Tipos de reutilização da água residual, considerando os seus parâmetros	45

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

APREN - Associação Portuguesa de Energias Renováveis

ASTM - *American Standard Setting Organizations* (Organização Americana de Padrões e Configurações)

DEWA - *Dubai Electricity and Water Authority* (Autoridade de Eletricidade e Água do Dubai)

E.A.U. - Emirados Árabes Unidos

EPA – *Environmental Protection Agency* (Agência de Proteção Ambiental)

ETAR - Estação de Tratamento de Águas Residuais

FAO – *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura)

Fewa - *Federal electricity & water Authority United Arab Emirates* (Autoridade Federal dos Emirados Árabes Unidos Eletricidade e Água)

FLL- *Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau*

GRO- Green Roof Organizarion

ONU - Organização das Nações Unidas

REN - Reserva Ecológica Nacional

UNESCO – *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization* (Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura)

ZERO - Associação Sistemas Terrestres Sustentáveis.

PRIMEIRA PARTE

Introdução e revisão bibliográfica

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

O presente relatório diz respeito ao trabalho desenvolvido durante o estágio profissional, realizado para obtenção do grau de mestre em Arquitetura Paisagista, pela Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade do Algarve. O relatório tem como tema "Jardins de cobertura no Dubai: estratégias para o uso de vegetação em situações de *stress* hídrico".

O estágio teve lugar no Gabinete de Arquitetura Mabani Consulting localizado no Dubai, nos Emirados Árabes Unidos. O arquiteto Hesham Sheikh Amin, arquiteto sénior e diretor administrativo do Gabinete, foi o coordenador do estágio na empresa. A coordenadora na Universidade do Algarve foi a Professora Ana Paula Gomes da Silva.

Durante o estágio foram desenvolvidos projetos de jardins de cobertura, em edifícios que estavam a ser projetados pela empresa. Com este trabalho pretende-se contribuir para o estudo de estratégias, no âmbito do projeto de arquitetura paisagista, que promovam o uso eficiente da água, aumentando as possibilidades de utilização de vegetação nativa nos jardins de cobertura em climas áridos.

A grande expansão da área urbana nos Emirados Árabes Unidos durante os últimos anos, levou a uma necessidade crescente de implementação de espaços verdes. O Dubai é caracterizado por inúmeros arranha-céus, normalmente construídos em materiais que absorvem o calor característico do clima quente e húmido da região. A Câmara Municipal do Dubai criou uma série de estratégias que permitem o equilíbrio entre o crescimento económico e a proteção ambiental, para garantir o desenvolvimento sustentável. Em 2011 foi implementado o projeto *Green Building*, que obriga a que, pelo menos 30% da área das coberturas tenha que corresponder a áreas plantadas, como estratégia contra o efeito de “ilha de calor” (AL MAIDOOD, 2011). Esta medida conduz a um decréscimo da temperatura no meio urbano. A maior dificuldade destas instalações é a escassez de água na região, que se torna um fator limitante à instalação e manutenção de coberturas verdes. Contudo, uma gestão eficiente, aliada à possibilidade de reciclagem das águas residuais geradas pelos próprios edifícios, pode ser uma solução para este problema.

1.1. Tema do estágio

No contexto urbano do Dubai, as coberturas verdes possuem diversas vantagens. Contribuem para a melhoria da qualidade de vida da população local, bem como, para a melhoria do ambiente urbano, nomeadamente ao nível da retenção de partículas atmosféricas, redução da poluição sonora e aumento da biodiversidade, entre outros benefícios (FLL, 2008).

O crescimento rápido da população urbana que se tem registado nos últimos anos conduziu a graves problemas ambientais e, conseqüentemente, à degradação da qualidade de vida. As cidades possuem pouca vegetação, o que leva a que sejam registadas temperaturas elevadas nos centros urbanos. Este efeito de ilha de calor contribui para o aquecimento global (D'SOUZA, 2012). Na figura 1.1 está representada a cidade do Dubai, onde é possível observar, através da linha vermelha, a temperatura excessiva que se encontra no centro deste meio urbano. A única solução para as cidades de hoje é encontrar um equilíbrio e torná-las mais sustentáveis.

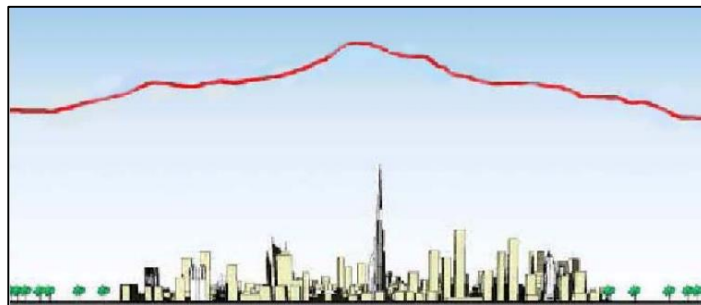


Figura 1.1- O efeito de ilha de calor no centro da cidade de Dubai (Fonte: D'SOUZA, 2012).

O US National Research Council afirma que até 2030, nos países em desenvolvimento, 4.1 bilhões de pessoas viverão nas áreas urbanas, em comparação com os 3.1 bilhões que viverão em espaços rurais. Nestes locais, onde a sobrelotação urbana poderá trazer graves problemas de pobreza e de segurança alimentar, as coberturas verdes, são um potencial promissor para a agricultura urbana, bem como para a criação de espaços verdes que contribuirão para melhorar a qualidade de vida nas cidades. (D'SOUZA, 2012).

As coberturas verdes estão intrinsecamente relacionadas com a sustentabilidade, e mais especificamente, com a sustentabilidade urbana. Segundo D'Souza (2012), Mahatma Gandhi defendeu que a “sustentabilidade encerra o reconhecimento da relação das nossas ações com o meio ambiente, a economia e a comunidade. As coberturas verdes são um pequeno passo para

esse processo” (D’SOUZA, 2012: 6).

A Declaração Política de 2002, da Cimeira Mundial sobre o Desenvolvimento Sustentável Urbano, realizada em Joanesburgo, indica que o “desenvolvimento sustentável” recai sobre três pilares interdependentes e mutuamente sustentadores: desenvolvimento económico, desenvolvimento social e proteção ambiental. Também Costa e Cunha (2003) referem que uma gestão sustentável urbana, depende de três temas essenciais: a participação da sociedade, as políticas sociais e a articulação entre o poder da sociedade e o político. Assim é necessário, considerar os seguintes fatores: o espaço público, o cidadão e as atividades económicas, garantindo as necessidades e a participação do cidadão na construção da cidade (figura 1.2).



Figura 1.2- Modelo de cidade sustentável (Fonte: COSTA e CUNHA, 2003).

No âmbito do desenvolvimento sustentável urbano, também os espaços verdes não podem ser vistos apenas na perspetiva de uma única componente, geralmente a ecológica, mas devem incluir as outras duas componentes: o desenvolvimento social e económico. No âmbito dos aspetos sociais os espaços verdes urbanos permitem a satisfação dos desejos da população a nível de convívio, desporto e lazer, como forma de descompressão do stress diário. No âmbito do desenvolvimento económico, os espaços verdes são também o suporte de inúmeras atividades económicas, em especial as que se desenvolvem no âmbito do lazer, turismo e educação.

No caso do Dubai, o modelo de gestão sustentável urbana da cidade encontra-se elaborado pela câmara municipal, através do regulamento Green Building Regulations and Specifications Project (AL MAIDOOR, 2011). As práticas sustentáveis deste regulamento reforçam a identidade própria do lugar, uma vez que se consideram as condições locais e as suas

necessidades, nomeadamente, a biodiversidade existente, o uso eficiente dos recursos naturais ou a reutilização de materiais com novas funções. Muitas das vezes, essas práticas são aliadas às novas tecnologias. No que respeita às coberturas verdes esta legislação obriga a que pelo menos 30% da área de cobertura corresponda a coberturas plantadas. (AL MAIDOOD, 2011).

Outro tema importante que diz respeito às coberturas verdes é a tecnologia aplicada na arquitetura e urbanismo sustentáveis, em particular a que se dirige às questões do controlo térmico e da gestão de resíduos. Neste âmbito, a tecnologia pode ser uma aliada na concretização dos objetivos do “urbanismo sustentável”.

O tema do estágio foca-se na importância das coberturas verdes para a sustentabilidade urbana tendo em conta o seu contributo ao nível ambiental, social e económico. Na sua componente prática explora-se o projeto de coberturas verdes, concebidas para edifícios projetados pela empresa de arquitetura onde foi realizado o estágio profissional.

No âmbito deste relatório as coberturas verdes são entendidas como uma solução sustentável que contribui para a harmonia entre a cidade e natureza, complementando a continuidade da fauna e flora, da periferia das cidades para o seu interior. Para além do aumento da biodiversidade em meio urbano, interferem positivamente no ciclo da água, uma vez que, com recurso a um conjunto de ações, estratégias e técnicas sustentáveis, possibilitam o reaproveitamento de uma parte dos efluentes domésticos gerados pelo próprio edifício para o sistema de rega das coberturas verdes. Contribuem também para a melhoria da qualidade de vida da população local, bem como, para a melhoria do ambiente urbano, nomeadamente ao nível da retenção de partículas atmosféricas, redução da poluição e aumento da biodiversidade, entre outros benefícios (FLL, 2008).

1.2. Objetivos

Os objetivos principais deste estágio são a investigação e a implementação de estratégias que permitam conciliar a presença de vegetação autóctone com a indisponibilidade hídrica, tendo como princípio uma gestão sustentável deste recurso através da reutilização das águas domésticas do próprio edifício.

A informação reunida constitui o suporte teórico das propostas de jardins de coberturas desenvolvidas para os edifícios concebidos pela empresa. O sucesso destas iniciativas depende de uma atuação conjunta e integrada das várias especialidades intervenientes, nomeadamente

arquitetura paisagista, arquitetura e engenharia.

Com estes objetivos em mente, pretende-se:

1. Reunir informação relevante sobre coberturas verdes, nomeadamente:
 - Entender os benefícios dos jardins de cobertura no meio urbano;
 - Identificar e perceber o comportamento dos componentes das coberturas verdes;
 - Entender o comportamento do ciclo da água nos edifícios, identificando os problemas existentes e as soluções atuais para os mesmos;
 - Identificar um conjunto de estratégias sustentáveis para o reaproveitamento dos efluentes domésticos gerados pelos próprios edifícios.
2. Reunir informação relevante sobre a região onde localizam os projetos a desenvolver a aplicá-la a situações concretas, nomeadamente:
 - Estudar o clima e identificar um conjunto de vegetação possível de ser utilizada;
 - Entender o contexto urbano onde se vai intervir;
 - Desenvolver projetos de coberturas verdes, em situações de *stress* hídrico.
3. Desenvolver uma atividade profissional que permita:
 - Adquirir experiência profissional e organizacional, na área de Arquitetura Paisagista;
 - Contactar com outras áreas disciplinares, para o desenvolvimento de competências a nível profissional, o que aumenta a rede de conhecimentos e contactos profissionais;
 - Progredir a nível profissional e pessoal.

1.3. Metodologia

Para se cumprir o objetivo de realização dos projetos de coberturas foram dados vários passos. Primeiro foi feita uma revisão bibliográfica sobre dois temas considerados fundamentais para o desenvolvimento posterior dos projetos: “coberturas verdes” e “reutilização de águas residuais de edifícios”.

No primeiro tema a pesquisa incidiu sobre os benefícios, tipologias e técnicas de instalação das coberturas verdes. O segundo tema reuniu os benefícios e desenvolvimento tecnológico no

âmbito do reaproveitamento das águas residuais. Foi ainda feita uma compilação da legislação e normas orientadoras, em vigor no Dubai, sobre coberturas verdes.

Num segundo passo deu-se início à elaboração dos projetos, de acordo com a abordagem convencional que inclui as fases de análise, definição de estratégia programática e conceptual, definição espacial e formal e concretização técnica (figura 1.3).

Figura 1.3- Diagrama das estratégias metodológicas



1.4. Organização do relatório de estágio

O presente relatório é constituído por duas partes. À primeira parte pertencem 3 capítulos que reúnem a pesquisa bibliográfica sobre o local de estágio, coberturas verdes e as águas domésticas. À segunda parte pertencem 2 capítulos, onde são descritos os projetos desenvolvidos no *atelier* de coberturas verdes utilizando a reutilização de águas residuais para o sistema de rega. No último capítulo apresenta a conclusão, onde se aborda o processo da realização e a experiência do estágio profissional.

CAPÍTULO 2 – ESTÁGIO CURRICULAR

2.1. Escolha do local de estágio

A opção pela realização de um estágio profissional deveu-se à possibilidade deste permitir a elaboração de propostas de projeto concretas, bem como permitir uma transição direta para o meio profissional.

O local escolhido foi a cidade do Dubai, que se encontra em grande crescimento a nível de infraestruturas, tecnologias e economia, tem uma grande riqueza histórica e é uma cidade única e cosmopolita.

A companhia *Mabani Consulting* foi o *atelier* escolhido. Após a submissão da candidatura, na primeira fase foi avaliado o portefólio e currículo. A segunda fase de seleção foi constituída por uma entrevista, onde foi necessário responder a questões que permitissem analisar conhecimentos e métodos de trabalho. Por fim foi conseguido um estágio profissional nesta empresa, com a duração de 6 meses, com início no mês de Fevereiro de 2016 e término em Julho do mesmo ano.

2.2. Caracterização do *Atelier* e do seu processo de trabalho

A *Mabani Consulting* (figura 2.1) é um *atelier* de arquitetura, engenharia, planeamento urbano e arquitetura paisagista, premiado a nível nacional e internacional. Está associado à empresa Malaysian Arkitek ICB, localizada em Kuala Lumpur há mais de 30 anos. Atualmente a *Mabani Consulting* está localizada em dois estados dos Emirados Árabes Unidos, no Dubai e em Fujairah (MABANI CONSULTING, 2016).



Figura 2.1 – Logotipo da empresa Mabani Consulting (Fonte: MABANI CONSULTING, 2016)

Os diretores da empresa ganharam a sua posição devido à produção de ideias inovadoras, conhecimento especializado e a oferta de um serviço excepcional aos seus clientes. Desta forma, a *Mabani Consulting* mantém o compromisso de ajudar os clientes a construir cidades mais sustentáveis. Ganhou reputação em diversas áreas devido à sua capacidade de quebrar as barreiras tradicionais e oferecer soluções inovadoras.

A empresa possui quatro diretores, Mohamed Sheikh Hesham Amin, arquiteto formado na Universidade de Aleppo, na Síria e no Instituto de Tecnologia, Chicago, nos EUA; Saiful Sufian arquiteto formado na Universidade Tecnológica de Mara na Malásia; Zaihan Md Tahir, arquiteto formado na Texas Tech University; e Michael Schwarz, também arquiteto, formado na Universidade de Ciências Aplicadas de Darmstadt, na Alemanha. Cabe aos diretores coordenarem o desenvolvimento dos projetos e orientarem os membros mais recentes (MABANI CONSULTING, 2016).

O *atelier* opera através de uma estrutura altamente eficiente, robusta e multifuncional que tem permitido um crescimento progressivo na qualidade dos seus projetos. A política de organização da *Mabani Consulting* passa por atribuir uma equipa, dedicada a cada um dos seus projetos, composta por um grupo de profissionais qualificados, de várias formações, para desempenhar as suas respetivas funções em conformidade com um conjunto de metas e objetivos estabelecidos para o projeto. A equipa é constituída por 8 colaboradores e liderada por um gerente de projeto, responsável por orientar todas as atividades do mesmo.

A equipa do *atelier Mabani Consulting* localizado no Dubai, é coordenada pelo diretor Mohamed Sheikh Hesham Amin. Os arquitetos que desenvolvem o projeto dos edificios são o arquiteto sénior Redentor Lagarto, o arquiteto Hanna Candido e a arquiteta Shafiya Rizwan. Colaboram na equipa os engenheiros civis Nonan Malik e Luqman Khan. Outros trabalhos técnicos e de *design* são desenvolvidos pelos designers Radnie Trono e Abu Yousuf Mah. Para além destes profissionais existe a colaboração de estudantes universitários da região durante a época do verão, que corresponde às férias escolares.

A organização interna do *atelier* é concisa, efetiva, mas flexível. Todos os colaboradores têm acesso a uma base de dados. O acesso a todos os ficheiros, por parte de todos os colaboradores, minimiza as perdas de tempo, pois permite uma colaboração direta e rápida.

Na *Mabani Consulting*, os projetos de arquitetura paisagista são elaborados pelo *atelier* associado, Malayian Arkitek ICB, localizada em Kuala Lumpur, que é o único gabinete de arquitetura paisagista responsável por elaborar os projetos no *atelier*, tanto no Dubai como em

Fujairah. No final do processo estes projetos de arquitetura paisagista têm que ser aprovados pelo Diretor do *atelier*.

Quando ao processo de trabalho de arquitetura paisagista, este decorre da seguinte forma: Quando o cliente ou o diretor transmitem as intenções que pretendem para o espaço, é feita a sua análise e são elaboradas várias soluções de projeto com recurso a esboços, imagens em 3D e *posters*, desenvolvidos ao nível de estudo prévio. Só depois de se ter escolhido uma das soluções e se ter obtido a aprovação, tanto do diretor como do cliente e da Câmara Municipal, é que se passa à fase de projeto de execução (Tender Phase).

Depois de todos os projetos terminados é feita uma cópia para um CD-ROM e todos os trabalhos feitos à mão são guardados em pastas na biblioteca do *atelier*.

2.3. Projetos desenvolvidos pelo *atelier*

O trabalho desenvolvido pelo *atelier* Mabani Consulting consiste na elaboração de projetos de índole variada, onde se articulam diferentes áreas, nomeadamente arquitetura, engenharia, planeamento urbano e a arquitetura paisagista (recentemente).

O desenvolvimento da componente da arquitetura paisagista, até há dois anos atrás, era feita por empresas externas ou arquitetos paisagistas *freelancers*. Devido a este facto não existem no *atelier* informações detalhadas que permitam caracterizar e descrever de forma pormenorizada os espaços exteriores/verdes realizados nos edifícios projetados pela empresa. Descrevem-se seguidamente alguns projetos, correspondentes a variadas tipologias, tanto para entidades públicas como para privadas, para se perceber a diversidade de abordagens e conceitos desenvolvidos pelo *atelier*.

Um projeto de referência do *atelier* é a mesquita de Sheikh Zayed (figura 2.2) que, segundo o jornal de renome do país “*The National*” é “um ponto de referência da cidade de Fujairah, sendo a segunda maior dos Emirados Árabes Unidos e um dos templos mais bonitos da localidade” (THE NATIONAL, 2015:<http://www.thenational.ae/uae/dh210m-sheikh-zayed-mosque-opens-for-eid-worshippers-in-fujairah>).

A inspiração para o projeto é a mesquita de Istambul *Sultan Ahme*, famosa pelos mosaicos de cor azul que revestem o seu interior. Foram dados 700 dias à companhia para completar o projeto, o que foi conseguido. Falta ainda a realização do projeto de arquitetura paisagista para a sua envolvente, que tem subjacente a intenção de criação de uma avenida principal,

implementação de mais de 3000 lugares de estacionamento e a criação de locais de estadia na envolvente da mesquita. A conceção da arquitetura paisagista está a cargo da empresa associada Malaysian Arkitek ICB, localizada em Kuala Lumpur.



Detalhes do Projeto:

Cliente: Governo de Fujairah, Ministério das obras públicas.

Custo: 387 milhões de dirames (94 milhões de euros aproximadamente).

Estado: Construção completa, Arquitetura Paisagista ainda a desenvolver-se.

Figura 2.2 - Sheikh Zayed Mosque (Fonte: MABANI CONSULTING, 2016).

De carácter residencial destaca-se o projeto G+9 e G+10 (figura 2.3), constituído por três edifícios adjacentes, localizados no centro da cidade do Dubai.

O projeto foi inspirado por linhas mediterrâneas. Caracteriza-se pelo uso de pérgulas, utilização de janelas altas e largas e todos os andares possuem varandas. A envolvente é uma zona pedonal com elementos arbóreos. Este conjunto edificado terá dois tipos de coberturas plantadas. Duas coberturas plantadas, que se localizam entre os edifícios, irão ser coberturas verdes intensivas com a função de lazer. Para além destes dois espaços, as coberturas dos três edifícios principais, serão também plantadas, num regime extensivo e apenas com carácter ecológico. O projeto dos espaços verdes ainda se encontra a ser desenvolvido pelo *atelier* (MABANI CONSULTING, 2016).



Detalhes de Projeto:

Cliente: Privado

Custo: AED 90 Milhões Dirames (21 milhões de euros aproximadamente).

Estado: Em construção, Arquitetura Paisagista ainda a desenvolver-se.

Figura 2.3 – G+9 e G+10 Edifícios Residenciais (Fonte: MABANI CONSULTING, 2016).

Como exemplos de projetos para edifícios de uso misto, comercial e residencial, destacam-se a torre G+42 (figura 2.4) e a torre Sheila (figura 2.5), ambas localizadas na cidade de Fujairah.

O edifício G+42 tem duas funções, a residencial e a de escritórios: O edifício Sheila foi projetado com o objetivo de ser um hotel e um centro comercial.

Embora os edifícios sejam diferentes, as suas linhas são muito semelhantes, utilizando-se um estilo futurista. As zonas verdes localizam-se na envolvente dos edifícios. O cliente pretendia um espaço contínuo e aberto, também com linhas futuristas.

Os projetos de arquitetura paisagista encontram-se a cargo da empresa associada, Malaysian Arkitek ICB (MABANI CONSULTING, 2016).



Detalhes de Projeto:

Cliente: Governo de Fujairah.

Custo: 190 Milhões Dirames (46 milhões de euros aproximadamente).

Estado: *Design* completo. Arquitetura Paisagista ainda a decorrer.



Detalhes de Projeto:

Cliente: Privado

Custo: AED 800 Milhões Dirames (194 milhões de euros aproximadamente)

Estado: *Design* completo. Arquitetura Paisagista ainda a decorrer.

Figuras 2.4 e 2.5 – G+42 Tower; Sheiba Towers (Fonte: MABANI CONSULTING, 2016).

A mesma empresa associada, Malaysian Arkitek ICB, foi responsável pela ampliação do Aeroporto de Kuala Lumpur (figuras 2.6 e 2.7), com a criação de mais portas de embarque e uma zona verde no seu interior, que se caracteriza por ser um espaço amplo e constituído por uma enorme diversidade de elementos florísticos.

Detalhes de Projeto:

Cliente: Aeroporto da Malásia Berhad.

Custo: 1.1 Bilião Dirames (267 milhões de euros aproximadamente).

Estado: Construção completa, Arquitetura Paisagista terminada



Figuras 2.6 e 2.7- Extensão do aeroporto Internacional de Kuala Lumpur; Espaço verde do aeroporto de Kuala Lumpur (Fonte: MABANI CONSULTING 2016; www.flightswatcher.com, 2016)

Todos estes projetos precisam de conhecimentos em diversas áreas, como a de construção, desenho, engenharia, arquitetura e arquitetura paisagista, o que contribui para o enriquecimento individual de todos os colaboradores, uma vez que existe contacto com várias áreas profissionais em cada um dos projetos elaborados.

2.4. Caracterização do local - Emirados Árabes Unidos

Os Emirados Árabes Unidos (E.A.U.) localizam-se na costa do Golfo Pérsico, a nordeste da Península Árabe. Fazem fronteira a sul e a oeste com a Arábia Saudita e a norte e a este com Omã (figura 2.8). São compostos por sete emirados, cuja união foi realizada no dia 2 de Dezembro de 1971, os sete emirados são: Abu Dhabi, Ajman, Dubai, Fujairah, Sharjah, Umm Alain e Ras Al Khaimah. O estado de Abu Dhabi ocupa mais de 80% do país, sendo o maior estado. Logo a seguir em dimensão temos o Dubai (figura 2.9), que é composto por uma grande área de deserto. Como já foi referido, a empresa *Mabani Consulting* está localizada em dois estados dos Emirados Árabes Unidos, no Dubai e em Fujairah.

Apesar da geografia, é surpreendente verificar que alguns destes emirados possuem muita vegetação. O Dubai não é exceção, pois o governo despense muito tempo e dinheiro em programas para a estrutura verde da cidade (RAMOS, 2010).



Figuras 2.8 e 2.9 – Emirados Árabes Unidos; Emirado do Dubai (Fonte: GOOGLE MAPS).

Simon (2001) descreve o clima do Dubai como sendo subtropical e árido, tornando-se muito quente no verão, atingindo os 50°C entre os meses de Julho e Agosto, e onde o nível de humidade pode ser de 90%. A precipitação não é muito frequente mas, quando ocorre, é nos meses de inverno, quando as temperaturas estão entre os 14°C e os 24°C.

O Dubai é um dos emirados mais conhecido pelas suas atrações turísticas, pelos seus arranha-céus e pela implementação de novas tecnologias a nível construtivo. A população da cidade do Dubai tem aumentado a um ritmo elevado devido ao seu desenvolvimento (SAEID, 2011).

O Emirado de Fujairah está localizado a este dos Estados Árabes Unidos, junto à costa do Golfo

pérsico de Omã, e é delimitado a oeste pelas montanhas de Hajar. Fujairah é um dos emirados que se encontra em crescimento a nível económico e populacional. O clima é semelhante ao do Dubai (FUJAIRAH OBSERVER, 2016), como se pode verificar nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1- Informação do Clima de Dubai (Fonte: DUBAI METEOROLOGICAL OFFICE, 2016)

Climate data for Dubai													[hide]
Month	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Year
Record high °C (°F)	31 (88)	31 (88)	41 (106)	41 (106)	45 (113)	45 (113)	47 (117)	48 (118)	43 (109)	40 (104)	41 (106)	31 (88)	48 (118)
Average high °C (°F)	24.0 (75.2)	25.4 (77.7)	28.2 (82.8)	32.9 (91.2)	37.6 (99.7)	39.5 (103.1)	40.8 (105.4)	41.3 (106.3)	38.9 (102)	35.4 (95.7)	30.5 (86.9)	26.2 (79.2)	33.4 (92.1)
Daily mean °C (°F)	19 (66)	20 (68)	22.5 (72.5)	26 (79)	30.5 (86.9)	33 (91)	34.5 (94.1)	35.5 (95.9)	32.5 (90.5)	29 (84)	24.5 (76.1)	21 (70)	27.5 (81.5)
Average low °C (°F)	14.3 (57.7)	15.4 (59.7)	17.6 (63.7)	20.8 (69.4)	24.6 (76.3)	27.2 (81)	29.9 (85.8)	30.2 (86.4)	27.5 (81.5)	23.9 (75)	19.9 (67.8)	16.3 (61.3)	22.3 (72.1)
Record low °C (°F)	8 (46)	7 (45)	11 (52)	8 (46)	17 (63)	22 (72)	25 (77)	25 (77)	22 (72)	16 (61)	13 (55)	10 (50)	7 (45)
Precipitation mm (inches)	15.6 (0.614)	25.0 (0.984)	21.0 (0.827)	7.0 (0.276)	0.4 (0.016)	0.0 (0)	0.8 (0.031)	0.0 (0)	0.0 (0)	1.2 (0.047)	2.7 (0.106)	14.9 (0.587)	88.6 (3.488)
Avg. precipitation days	5	7	6	3	0	0	1	0	0	0	1	5	28

Tabela 2- Informação do Clima de Fujairah (Fonte: WEATHER2TRAVEL, 2016)

Climate data for Fujairah													[hide]
Month	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Year
Record high °C (°F)	30 (86)	32 (90)	37 (99)	42 (108)	45 (113)	46 (115)	47 (117)	47 (117)	44 (111)	41 (106)	36 (97)	30 (86)	48 (118)
Average high °C (°F)	23 (73)	25 (77)	28 (82)	33 (91)	37.2 (99)	38.4 (101.1)	38.7 (101.7)	37.8 (100)	36 (97)	34 (93)	30 (86)	26 (79)	32.26 (89.98)
Average low °C (°F)	12 (54)	13 (55)	16 (61)	19 (66)	23 (73)	26 (79)	28.6 (83.5)	28.2 (82.8)	25 (77)	21 (70)	16 (61)	14 (57)	20.15 (68.27)
Record low °C (°F)	5 (41)	6 (43)	7 (45)	9 (48)	12 (54)	15 (59)	18 (64)	21 (70)	23 (73)	18 (64)	12 (54)	7 (45)	5 (41)
Average precipitation mm (inches)	19 (0.75)	45 (1.77)	25 (0.98)	8 (0.31)	2 (0.08)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (0.04)	4 (0.16)	7 (0.28)	13 (0.51)	124 (4.88)

Segundo Saeid (2011), a população da cidade do Dubai tem aumentado a um ritmo elevado, o que conduz a diversos problemas como o efeito “ilha de calor”, poluição atmosférica, deficiência de zonas verdes, poluição sonora entre outros. Um dos grandes problemas que os Emirados Árabes Unidos (EAU) enfrentem é a pouca disponibilidade hídrica que resulta do efeito cruzado do clima, em particular das baixas precipitações, com o elevado crescimento populacional.

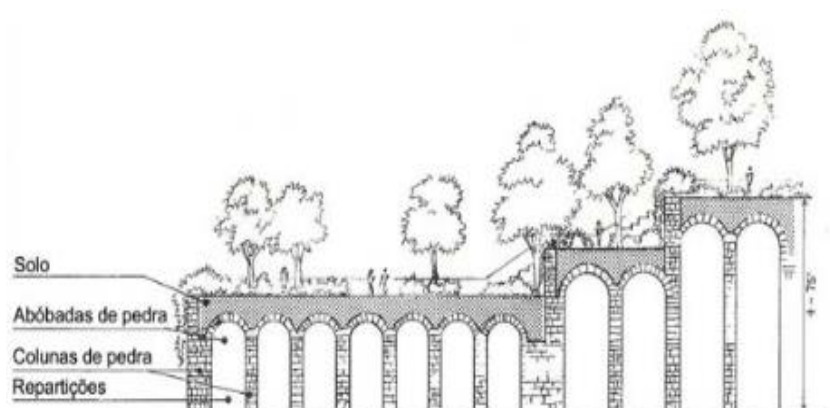
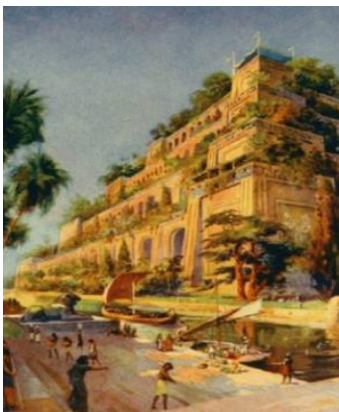
Por fim refere-se que os EAU estão a fazer um grande esforço para resolver o problema do elevado consumo de água potável per capita, uma vez que é o mais alto do mundo (Ramos 2010). Uma das soluções de médio prazo pensadas foi a dessalinização da água do mar, para se tentar combater a falta de água subterrânea. A reciclagem é uma das outras estratégias em que o governo do Dubai aposta, em conjunto com medidas que permitam tornar a cidade resiliente, de forma a aumentar a capacidade de resposta para a criação de um modo de vida compatível e adaptável com o meio ambiente, sem colocar em risco os ecossistemas, no presente e no futuro.

CAPÍTULO 3 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Coberturas Verdes

3.1.1. *Evolução histórica*

A incerteza de quando foram construídas as primeiras coberturas verdes é elevada, contudo, vários autores defendem que a primeira construção deste tipo foram os Jardins Suspensos da Babilónia (figuras 3.1 e 3.2), do século VI a.C. Estes, ao contrário do que o seu nome sugere, não seriam suspensos mas sim suportados por arcos de pedra, a mais de vinte metros acima do solo, e irrigados com água proveniente do rio Eufrates, através de um complexo sistema mecânico (UFFELEN, 2011).



Figuras 3.1 e 3.2- Jardins suspensos da Babilónia; Esquema dos jardins suspensos da Babilónia baseado nas descrições do arqueólogo Robert Koldewey. (Fonte: <http://www.infoescola.com/historia/jardins-suspensos-da-babilonia>, 2016; COSTA, 2010)

Do período renascentista temos o exemplo da Torre del Guinigis (figura 3.3), situada na cidade de Lucca, em Itália. Não se sabe ao certo a data de construção, contudo o jardim aparece em plantas da cidade a partir de 1660. A sua cobertura contém um pequeno jardim, 36,5 m acima do nível de rua, composto por carvalhos (figura 3.4) que se inserem em canteiros de tijolo sobrelevados e que são regados através de rega subterrânea (COSTA, 2010).



Figuras 3.3 e 3.4 – Torre del Guinigis; Vista do terraço da torre (Fonte: <http://www.e-toscana.com/lucca/conoscere/conoscere13.htm>, 2009).

Com a revolução industrial, no século XIX, verifica-se um crescimento acelerado e desorganizado das cidades. Devido ao facto de ser necessária mão-de-obra em grande quantidade, próxima dos locais de trabalho, surgem bairros de operários, com condições miseráveis, sem zonas verdes, falta de arejamento e onde todos os locais disponíveis são preenchidos por edifícios, de forma a albergar a maior quantidade de pessoas possível. Esta condição urbana facilitou a disseminação de várias epidemias. Os índices de mortalidade aumentaram exponencialmente e começou a ter-se consciência de que estas condições urbanas não eram indicadas, começando-se a valorizar-se os ambientes campestinos, calmos, arejados, com zonas verdes, que foram ganhando importância nos centros urbanos (GOITIA, 2008).

No século XX, assiste-se a uma revolução no modo construtivo que possibilita a redução dos custos de construção. A utilização do betão armado, como sistema construtivo, fomentou o uso de coberturas planas, que potenciou a introdução de coberturas verdes (COSTA, 2010). Dois dos arquitetos que implementaram estas soluções foram Le Corbusier e Frank Lloyd Wright. O primeiro utilizou as coberturas como se se tratassem de novos espaços verdes, como se pode observar no projeto da Villa Savoye (1928-1931), em Poissy, na França (figura 3.5). Já o arquiteto Frank Lloyd Wright apresenta esta solução no projeto Fallingwater Guest House na Pennsylvania (1936 – 1939) em que os seus terraços eram constituídos por coberturas verdes, como uma técnica para integrar o edifício na paisagem (figura 3.6) (ROLA, 2008)



Figuras 3.5 e 3.6- Villa Savoye; Fallingwater-Guest house (Fonte: <http://www.galinsky.com/buildings/savoye>, 2011; http://www.bc.edu/bc_org/avp/cas/fnart/fa267/FLW_fallingwater.html)

A partir dos anos 60, com as crescentes preocupações com o ambiente urbano e a saúde dos cidadãos, as coberturas verdes tornaram-se numa solução verde para o norte da Europa. Contudo, foi a partir da década de 70 do século XX que as coberturas verdes sofreram uma forte expansão, com a produção de materiais adequados às exigências deste tipo de projeto (SAEID, 2011). A Alemanha foi considerada a pioneira desta técnica, tendo o desenvolvimento das coberturas verdes sido reforçado por incentivos a nível governamental, sendo que, em 2002, neste país, uma em cada dez coberturas planas já eram coberturas verdes (STENDER, 2002).

Em Portugal, as primeiras coberturas verdes começaram a surgir no final dos anos 50, com o Hotel Ritz, em Lisboa. Cerca de uma década depois surgiu a cobertura verde da fundação Calouste Gulbenkian e já na década de 80, ficou concluída a cobertura do edifício da Portugal Telecom em Picoas, ambas em Lisboa (VARELA, 2011). Nos anos 90 foi implementada a cobertura verde do Centro Cultural de Belém (COSTA, 2010).

Mais recentemente, apesar de existirem vários outros exemplos no país, destacam-se a cobertura verde da ETAR de Alcântara, em Lisboa (figura 3.7) e a do Passeio dos Clérigos (figura 3.8), na cidade do Porto, inaugurada no final de 2013.

Nos Emirados Árabes Unidos, mais concretamente no Dubai, a câmara municipal tem testado diferentes tipos de sistemas de coberturas verdes, tanto nos edifícios governamentais, como em centros comerciais, do qual é exemplo o Wafi City Mall (figura 3.9).



Figuras 3.7 e 3.8- ETAR de Alcântara; Passeio dos Clérigos (Fonte: <http://ancv.webnode.pt/projetos/etar-de-alcantara-lisboa>, 2015; <http://www.porto24.pt/cidade/passeio-dos-clerigos-esta-praticamente-todo-comercializado>, 2013)



Figura 3.9- Wafi City Mall (Fonte: <https://manishareview.wordpress.com/category/dubai/>, 2015)

3.1.2. Legislação, regulamentos e normas das coberturas verdes e das águas cinzentas no Dubai.

Nos Emirados Árabes Unidos existem dois tipos de legislação: a legislação federal, que é igual para todos os emirados; e a legislação de cada um dos emirados. No emirado do Dubai a legislação específica que regulamenta as coberturas verdes é o *Green Building Regulations and Specifications Project* (2011). Este regulamento consiste num conjunto de diretivas adotadas pela Câmara Municipal deste emirado que defende um planeamento estratégico com vista ao desenvolvimento sustentável dos edifícios, ao nível da sua construção, manutenção, mudança de usos, operação, demolição e gestão dos recursos (AL MAIDOOD, 2011). No emirado de Fujairah, uma vez que não existia nenhum regulamento tão detalhado como o que se encontra

em vigor no Dubai, a Câmara Municipal deste emirado resolveu implementar o mesmo regulamento que existe no Dubai.

Com este importante regulamento, elaborado pelo Sheikh Mohammed bin Rashid Al Maktoum, Vice-presidente, Primeiro-ministro e Governante do Dubai, pretende-se guiar a conceção, construção, operação e manutenção dos edifícios, de forma a tornar o Emirado do Dubai mais “verde” e ecológico. Este regulamento contempla os três pilares da sustentabilidade adotados pela câmara municipal do Dubai: o ambiental, o económico e o social (AL MAIDOOD, 2011).

A nível ambiental, para alcançar os mais altos padrões de sustentabilidade em todas as fases de construção do edifício, a câmara do Dubai identificou os seguintes aspetos a ter em consideração: redução e conservação de energia, água e emissões de carbono; aumento da capacidade de resposta para os problemas do clima do Dubai; diminuição e eliminação da poluição na área de obra e na sua envolvente; uso de materiais sustentáveis; diminuição dos resíduos resultantes das demolições e construções, entre outros (AL MAIDOOD, 2011).

A nível económico, a câmara municipal de Dubai analisou os efeitos dos impactos económicos associados à construção, manutenção e avaliação dos custos e benefícios. Os impactos económicos ocorrem, não só durante a fase de construção, mas mesmo antes de esta começar, pois cada edifício tem um impacto na sua envolvente, na comunidade e na cidade. Assim sendo é importante maximizar a produtividade, através do uso de técnicas eficientes e da manutenção dos sistemas que têm impactos positivos na economia, sempre com o objetivo de um ciclo de vida sustentável dos edifícios e também da própria cidade. (figura 3.10) (AL MAIDOOD, 2011).



Figura 3.10- O Ciclo de vida do edifício (Fonte: AL MAIDOOD, 2011)

Por fim, o pilar social, apoia-se na ideia de que os edifícios são construídos para as pessoas, pelo que, faz sentido que a saúde, o bem-estar e a habitabilidade do mesmo sejam aspetos importantes na estratégia da sustentabilidade, para as gerações futuras. Para alcançar a sustentabilidade a nível social o processo construtivo tem que se respeitar a saúde dos seus ocupantes e da sua envolvente, nomeadamente através do uso de tintas e revestimentos com baixos níveis de emissão de poluentes, da existência de ventilação em parques de estacionamento e do uso restrito de matérias que contêm amianto, chumbo e metais pesados, entre outras (AL MAIDOOD, 2011).

Na figura 3.11 estão representados os princípios de sustentabilidade referidos anteriormente, correspondendo à sua interdependência com o edifício, bem como a sua envolvente, no seu ciclo de vida.

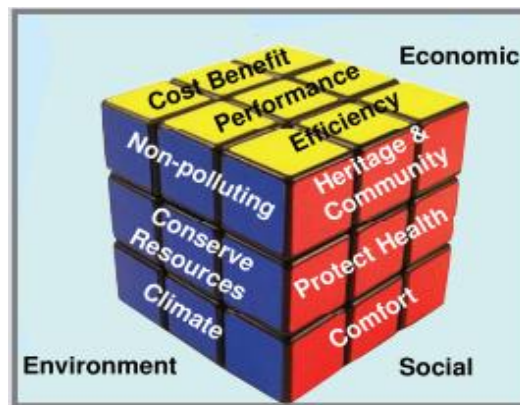


Figura 3.11 - Princípios de sustentabilidade do edifício (Fonte: AL MAIDOOD, 2011)

O regulamento adotado por estes dois emirados, *Green Building Regulations and Specifications Project Practice Guide* (2011), está dividido em 7 capítulos e 1 anexo. Destes, os mais significativos para o tema em estudo são o terceiro e o sexto. O terceiro – Ecologia e Planeamento (300: Ecology and Planing) – faz referência às espécies autóctones ornamentais, aos requisitos das coberturas verdes, às técnicas para diminuir o efeito de ilha de calor, indicação de como devem estar orientadas as fachadas do edifício para se obter um melhor conforto térmico, e indicações de como se devem considerar os impactos das atividades inerentes à construção e demolição, a avaliação de impactes no meio ambiente, entre outros.

O Sexto Capítulo – Eficácia do Recurso da Água (600:Resource Effectiveness - Water) – apresenta um conjunto de estratégias para a conservação da água no edifício, para a recolha de água através de condensação, para os sistemas de recuperação e tratamento das águas

domésticas e para uma gestão eficaz no sistema de rega.

Segundo Al Madoor (2011), e falando especificamente da reciclagem das águas cinzentas e das coberturas verdes, tema deste relatório, os regulamentos adotados são 603.01 - *Wastewater Reuse* (Reciclagem das águas cinzentas), 302.01 – *Local Species* (Espécies locais) e 304.02 – *Green Roofs* (coberturas verdes).

O regulamento 603.01 - *Wastewater Reuse* (Reciclagem das águas cinzentas) – estipula que: a água reciclada pode ter diferentes usos; que o transporte destas águas não pode estar em contacto direto com o sistema da água potável; e define os parâmetros de qualidade que a água tratada tem que cumprir.

O regulamento 302.01 – *Local Species* (Espécies locais), obriga à implementação de vegetação autóctone em pelo menos 25% da área total da cobertura nos edifícios novos. A vegetação autóctone, vegetação nativa desta região, tem características próprias de adaptação ao clima árido do Dubai, que contribuem para uma redução substancial do volume de água utilizado no sistema de rega. Outra característica é a resistência às oscilações climáticas. A utilização de vegetação autóctone permite um aumento da biodiversidade e uma redução da manutenção. Segundo o mesmo regulamento é possível a colocação de outros tipos de plantas, desde que estas se adaptem ao clima do Dubai. A título de curiosidade refere-se que para as vivendas, por exemplo, uma das especificações é que estas têm que ter, pelo menos, uma palmeira plantada.

Na tabela 3 apresenta alguns exemplos de plantas com baixas necessidades hídricas adequadas à temperatura dos Emirados Árabes Unidos, para coberturas verdes intensivas, semi-intensivas e extensivas. Todas as aplicações destes critérios podem ser a nível residencial, comercial, espaços públicos e industriais. A câmara tem testado diferentes tipos de sistemas de coberturas verdes, tanto nos próprios edifícios governamentais como em centros comerciais, dos quais são exemplos o Mirdif City Centre, o Wafi City Mall e o Dubai Mall.

Tabela 3- Exemplos de algumas plantas autóctones com necessidades baixas de água (Fonte: Camará Municipal do Dubai adaptado por D'Souza, 2012)

No.	DM Plant List	Type	Plant Height	Community	Maintenance	Cost
1	Agave americana	Semi-Intensive	250 - 500 mm	Groundcover/Grass/Shrubs	Periodic	Middle
2	Agave americana	Semi-Intensive	250 - 500 mm	Groundcover/Grass/Shrubs	Periodic	Middle
3	Antigonon leptopus	Semi-Intensive	250 - 500 mm	Groundcover/Grass/Shrubs	Periodic	Middle
4	Antirrhinum Hybrid Dwarf	Extensive	150 - 250 mm	Groundcovers/Grass	Low	Low
5	Azadirachta indica	Intensive	250 - 1000mm	Lawn/Perennials/Shrubs/Trees	High	High
6	Bauhinia variegata	Intensive	250 - 1000mm	Lawn/Perennials/Shrubs/Trees	High	High
7	Beacarneia recurvata	Intensive	250 - 1000mm	Lawn/Perennials/Shrubs/Trees	High	High
8	Bismarckia nobilis	Intensive	250 - 1000mm	Lawn/Perennials/Shrubs/Trees	High	High
9	Caesalpinia pulcherrima	Semi-Intensive	250 - 500 mm	Groundcover/Grass/Shrubs	Periodic	Middle
10	Callistemon lanceolatus	Intensive	250 - 1000mm	Lawn/Perennials/Shrubs/Trees	High	High
11	Carica papaya	Intensive	250 - 1000mm	Lawn/Perennials/Shrubs/Trees	High	High
12	Caryota mitis	Intensive	250 - 1000mm	Lawn/Perennials/Shrubs/Trees	High	High
13	Cassia fistula	Intensive	250 - 1000mm	Lawn/Perennials/Shrubs/Trees	High	High
14	Chamaerops humilis	Intensive	250 - 1000mm	Lawn/Perennials/Shrubs/Trees	High	High
15	Citrus aurantifolia	Intensive	250 - 1000mm	Lawn/Perennials/Shrubs/Trees	High	High
16	Cocos nucifera	Intensive	250 - 1000mm	Lawn/Perennials/Shrubs/Trees	High	High
17	Conocarpus erectus sericeus	Intensive	250 - 1000mm	Lawn/Perennials/Shrubs/Trees	High	High
18	Cryptostagia randiflora	Semi-Intensive	250 - 500 mm	Groundcover/Grass/Shrubs	Periodic	Middle
19	Cycas media Citrus sinensis	Intensive	250 - 1000mm	Lawn/Perennials/Shrubs/Trees	High	High
20	Cycas revoluta	Intensive	250 - 1000mm	Lawn/Perennials/Shrubs/Trees	High	High
21	Cyperus papyrus	Intensive	250 - 1000mm	Lawn/Perennials/Shrubs/Trees	High	High
22	Delonix regia	Intensive	250 - 1000mm	Lawn/Perennials/Shrubs/Trees	High	High
23	Euphorbia canariensis	Semi-Intensive	250 - 500 mm	Groundcover/Grass/Shrubs	Periodic	Middle
24	Ficus benjamina	Intensive	250 - 1000mm	Lawn/Perennials/Shrubs/Trees	High	High
25	Ficus carica	Intensive	250 - 1000mm	Lawn/Perennials/Shrubs/Trees	High	High

26	<i>ficus nitida</i>	Intensive	250 - 1000mm	Lawn/Perennials/Shrubs/Trees	High	High
27	<i>Ficus rubiginosa</i>	Intensive	250 - 1000mm	Lawn/Perennials/Shrubs/Trees	High	High
28	<i>Furcraea foetida</i>	Semi-Intensive	250 - 500 mm	Groundcover/Grass/Shrubs	Periodic	Middle
29	<i>Gliricidia sepium</i>	Intensive	250 - 1000mm	Lawn/Perennials/Shrubs/Trees	High	High
30	<i>Hibiscus Spp.</i>	Semi-Intensive	250 - 500 mm	Groundcover/Grass/Shrubs	Periodic	Middle
31	<i>Ipomoea palmata</i>	Semi-Intensive	250 - 500 mm	Groundcover/Grass/Shrubs	Periodic	Middle
32	<i>Ixora spp.</i>	Semi-Intensive	250 - 500 mm	Groundcover/Grass/Shrubs	Periodic	Middle
33	<i>Jacaranda imosifolia</i>	Intensive	250 - 1000mm	Lawn/Perennials/Shrubs/Trees	High	High
34	<i>Jacquemontia pentantha</i>	Semi-Intensive	250 - 500 mm	Groundcover/Grass/Shrubs	Periodic	Middle
35	<i>Jasminum grandiflorum</i>	Semi-Intensive	250 - 500 mm	Groundcover/Grass/Shrubs	Periodic	Middle
36	<i>Lantana Camara</i>	Extensive	150 - 250 mm	Groundcovers/Grass	Low	Low
37	<i>Mangifera indica</i>	Intensive	250 - 1000mm	Lawn/Perennials/Shrubs/Trees	High	High
38	<i>Nymphaea spp.</i>	Intensive	250 - 1000mm	Lawn/Perennials/Shrubs/Trees	High	High
39	<i>Pachypodium lamerei</i>	Intensive	250 - 1000mm	Lawn/Perennials/Shrubs/Trees	High	High
40	<i>Pandanus utilis</i>	Intensive	250 - 1000mm	Lawn/Perennials/Shrubs/Trees	High	High
41	<i>Paspalum Vagratum</i>	Extensive	150 - 250 mm	Groundcovers/Grass	Low	Low
42	<i>Pedilanthus ithimaloides</i>	Semi-Intensive	250 - 500 mm	Groundcover/Grass/Shrubs	Periodic	Middle
43	<i>Pelargonium Grandiflora</i>	Extensive	150 - 250 mm	Groundcovers/Grass	Low	Low
44	<i>Peltophorum inerme</i>	Intensive	250 - 1000mm	Lawn/Perennials/Shrubs/Trees	High	High
45	<i>Petunia Spp.</i>	Extensive	150 - 250 mm	Groundcovers/Grass	Low	Low
46	<i>Phoenix dactylifera</i>	Intensive	250 - 1000mm	Lawn/Perennials/Shrubs/Trees	High	High
47	<i>Phoenix roebelenii</i>	Intensive	250 - 1000mm	Lawn/Perennials/Shrubs/Trees	High	High
48	<i>Plumeria spp</i>	Semi-Intensive	250 - 500 mm	Groundcover/Grass/Shrubs	Periodic	Middle
49	<i>Portulaca Grandiflora</i>	Extensive	150 - 250 mm	Groundcovers/Grass	Low	Low
50	<i>Portulacaria afra</i>	Semi-Intensive	250 - 500 mm	Groundcover/Grass/Shrubs	Periodic	Middle
51	<i>Pritchardia pacifica</i>	Intensive	250 - 1000mm	Lawn/Perennials/Shrubs/Trees	High	High
52	<i>Psidium guaiva</i>	Intensive	250 - 1000mm	Lawn/Perennials/Shrubs/Trees	High	High
53	<i>Ravenala adagascariensis</i>	Intensive	250 - 1000mm	Lawn/Perennials/Shrubs/Trees	High	High
54	<i>Rhoeo Spathacea</i>	Extensive	150 - 250 mm	Groundcovers/Grass	Low	Low

55	Roystonea regia	Intensive	250 - 1000mm	Lawn/Perennials/Shrubs/Trees	High	High
56	Ruellia Macrantha	Extensive	150 - 250 mm	Groundcovers/Grass	Low	Low
57	Sansaviera slendrica	Semi- Intensive	250 - 500 mm	Groundcover/Grass/Shrubs	Periodic	Middle
58	Sesuvium Portulacastrum	Extensive	150 - 250 mm	Groundcovers/Grass	Low	Low
59	Setcreasea Purpurea	Extensive	150 - 250 mm	Groundcovers/Grass	Low	Low
60	Spathodea campanulata	Intensive	250 - 1000mm	Lawn/Perennials/Shrubs/Trees	High	High
61	Tagets Erecta	Extensive	150 - 250 mm	Groundcovers/Grass	Low	Low
62	Tecoma smithi	Semi- Intensive	250 - 500 mm	Groundcover/Grass/Shrubs	Periodic	Middle
63	Tecoma stans	Intensive	250 - 1000mm	Lawn/Perennials/Shrubs/Trees	High	High
64	Tecomella undulata	Intensive	250 - 1000mm	Lawn/Perennials/Shrubs/Trees	High	High
65	Tristellateia australasiae	Semi- Intensive	250 - 500 mm	Groundcover/Grass/Shrubs	Periodic	Middle
66	Typha latifolia	Intensive	250 - 1000mm	Lawn/Perennials/Shrubs/Trees	High	High
67	Vinca Rosa	Extensive	150 - 250 mm	Groundcovers/Grass	Low	Low
68	Washingtonia filifera	Intensive	250 - 1000mm	Lawn/Perennials/Shrubs/Trees	High	High
69	Yucca aloifolia	Intensive	250 - 1000mm	Lawn/Perennials/Shrubs/Trees	High	High
70	Yucca filamentosa	Intensive	250 - 1000mm	Lawn/Perennials/Shrubs/Trees	High	High
71	Zoysia Sp.	Extensive	150 - 250 mm	Groundcovers/Grass	Low	Low

O regulamento 304.02 – *Green Roofs* (coberturas verdes) refere que as coberturas verdes têm que ocupar pelo menos 30% da área da cobertura do edifício, para minimizar o efeito de “ilha calor” urbano.

3.1.3. Constituição das Coberturas Verdes

Os componentes utilizados no desenvolvimento das coberturas verdes nos projetos no Dubai seguem as normas da FLL – German FLL (2008), *Guideline for the Planning, Construction and Maintenance of Green roofing* (2008), mas também foram utilizadas as orientações ZinCo e as da *American standard Setting Organizations* (ASTM, 2016).

A FLL é uma associação de pesquisa alemã para o desenvolvimento e projeto da arquitetura paisagista, fundada em 1975. O seu manual contém a informação técnica sobre: estruturas; desenhos dos sistemas de coberturas verdes; estudos da resistência às raízes nos diferentes

componentes; e ajuda para a determinação da capacidade média de retenção de água nas estruturas. Também indica uma estimativa do peso máximo das coberturas verdes nos edifícios, os diferentes tipos de vegetação que podem ser aplicados, entre outras informações (CÂMARA MUNICIPAL DE DUBAI, 2011).

A ZinCo é um dos principais fabricantes de componentes para coberturas verdes, que atendendo aos guias e orientações da FLL – German FLL, *Guideline for the Planning, Execution and Upkeep of Green-roof* (2008), produz de soluções eficazes de coberturas verdes em todo o mundo há mais de 35 anos (ZINCO, 2016).

O manual da ASTM faz a concordância entre as medidas e os valores base de qualquer produto, sistema ou material, neste caso, os utilizados nas coberturas verdes (CÂMARA MUNICIPAL DE DUBAI, 2011).

Numa aplicação típica de coberturas verdes, esta pode ser feita diretamente sobre a laje de cobertura (figura 3.12), aplicando-se todas as camadas acima da laje na seguinte sequência (ZINCO, 2016):



Figuras 3.12 - Componentes do sistema da Cobertura verde (Fonte: ZINCO, 2016)

1 - Barreira anti-raízes, normalmente feitas de materiais sintéticos como PVC, polietileno de alta densidade (PEAD) e geotêxteis de polipropileno (PP);

2 - Camada de proteção composta por mantas sintéticas de feltros geotêxteis. Esta camada proporciona uma proteção acrescida às tensões a nível químico e físico das filtrações de água e das raízes (FLL, 2008).

3 - Camada drenante que pode ser formada por placas ou através de uma drenagem granular. A mais utilizada é a drenagem por placas de poliestireno, que drena o excesso de água no sistema, mas tem também a função de reservatório. A componente de drenagem granular é aplicada nos projetos em que é preciso uma infiltração da água de forma mais lenta nas camadas inferiores. Essas camadas permitem um prolongamento do tempo da humidade no solo, sendo esta constituída por brita, seixos e argila expandida, o que leva a um desenvolvimento elevado das raízes e, conseqüentemente, da planta (FLL, 2008).

4 - Camada filtrante que serve para reter as partículas finas do solo, evitando que estas se infiltrem noutras camadas do sistema. Pode ser feita de feltros geotêxteis de polipropileno (DUNNETT e KINGSBURY, 2008);

5 – Solo que corresponde à camada final que sustêm a vegetação, de forma a permitir um bom desenvolvimento das raízes. Tem que apresentar as propriedades físicas, químicas e biológicas para permitir uma boa retenção de água (GRO, 2011).

6 – Vegetação

Existem requisitos a cumprir antes da implementação das componentes de fixação das coberturas verdes, sendo eles:

- Resistência da cobertura;
- Materiais compatíveis;
- Peso.

O suporte estrutural deverá possuir rigidez e resistência relativamente aos materiais e o peso e também deve assegurar a impermeabilização e proteção adequada, evitando possíveis deslocamentos e fraturas na laje do edifício (MARTINS, 2010).

Um dos requisitos para a execução das coberturas verdes, para além da própria estrutura da cobertura verde, é a implementação de um sistema de drenagem. Na estrutura da laje é necessária a existência de pendentés, entre 1,5% e 3% de inclinação, de modo a encaminhar o excesso de água para os pontos de drenagem localizados na cobertura (GOMES, 1981).

3.1.4. Tipos de Coberturas Verdes

De acordo com a ZinCo (2016), as coberturas verdes podem ser divididas em três tipos: intensiva, intensiva simples e extensiva. Todas elas diferenciam-se pelo tipo de função, profundidade do solo, acessibilidade, utilizações e pela diversidade de flora e fauna. Existe também a referência a coberturas híbridas, como é caso da cobertura castanha (*Brown Roofs*) e da semi-extensiva (DUNNETT e KINGSBURY, 2008).

A cobertura verde intensiva (figura 3.13) caracteriza-se por possuir um substrato profundo, superior a 15 cm de espessura, ter espécies mais exigentes (médio a grande porte) e permitir funções diversas, nomeadamente recreio, estéticas e ecológicas. O seu peso variar entre 150 a 500 kg / m² ou ate valores superiores e a sua manutenção tem que ser regular (FLL, 2008).



Figura 3.13- Cobertura Verde Intensiva, Este de Vancouver (Fonte: ZINCO, 2016)

A cobertura intensiva simples (figura 3.14), caracteriza-se por possuir vegetação de menor porte, por exemplo relvados e por vezes, pequenos arbustos. O seu peso varia entre 120 a 200 kg / m². Requer manutenção e regas regulares. Podem ser acedidas pelos utentes ao contrário das coberturas extensivas (DUNNETT e KINGSBURY, 2008).



Figura 3.14- Cobertura Verde Intensiva simples, Basel, Suíça (Fonte: ZINCO, 2016)

A cobertura verde extensiva (figura 3.15) possui um substrato pouco profundo, entre os 6 cm a 15 cm de espessura, o que condiciona o tipo de vegetação a ser utilizada. A vegetação mais habitual destas coberturas é o *sedum*, que se adapta bem em condições atmosféricas por vezes adversas e a solos menos profundos, que são ótimos para o seu desenvolvimento. O seu peso varia entre os 60 kg / m² e os 150 kg / m². É menos exigente em manutenção e em rega e caracteriza-se pelo aumento da biodiversidade. Não está preparada para receber visitantes (GREEN ROOF LLC, 2016).



Figura 3.15- Cobertura Verde Extensiva, Victoria, Austrália (Fonte: ZINCO, 2016)

As coberturas castanhas (*Brown Roofs*), são um conceito ainda em desenvolvimento que consiste na não colocação de vegetação. A profundidade do solo varia entre 10 cm a 15 cm, deixando que a vegetação surja de forma espontânea no substrato colocado (NEOTURF, 2012).

Já as coberturas verdes semi-extensivas utilizam profundidades de substrato entre os 10 cm a 20 cm, o que permite a utilização de uma maior variedade de espécies em comparação com as coberturas extensivas e intensivas simples (NEOTURF, 2012).

Segundo a ZinCo (2016) e a FLL (2008), podemos encontrar coberturas verdes com inclinação. No caso de ser uma cobertura verde intensiva e intensivas simples só é permitido até 5° graus de inclinação, mas, se for uma cobertura verde extensiva pode ter até 45° graus de inclinação. Contudo, quanto mais inclinada for a cobertura, mais necessita de uma proteção que minimize a erosão hídrica e o arrastamento do substrato.

As coberturas verdes não podem ser implementadas em coberturas com mais 45° graus de inclinação, pois o rápido escoamento hídrico dificulta a irrigação e a manutenção do teor de humidade do solo. Em coberturas com inclinação entre 0° e 5°, não é necessário nenhum sistema

de suporte adicional, em coberturas entre os 5° e os 15° é opcional, sendo, no entanto recomendado. Entre os 15° e os 45° necessita obrigatoriamente de suporte adicional (figura 3.16) (FLL, 2008).

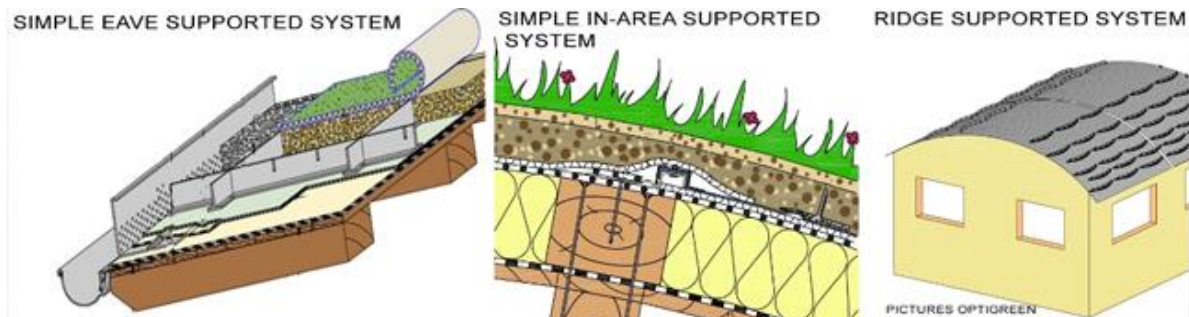


Figura 3.16- Coberturas verdes em superfícies inclinadas (Fonte: GREEN ROOF LLC, 2016)

No que respeita à aplicação do sistema existem dois tipos de aplicações possíveis: aplicação *in situ* ou aplicação modular. A aplicação *in situ* caracteriza-se pela colocação de camadas contínuas dos componentes de constituição das coberturas. As vantagens desta aplicação são a facilidade em recorrer a diferentes empresas, o que permite procurar a melhor oferta, em qualidade e preço, para as diferentes camadas, respeitando a coerência entre os materiais, a sua elevada mobilidade de nutrientes e, conseqüente, rápida propagação de vegetação. A desvantagem recai na sua manutenção, reparação e nos seus custos associados (DUNNETT e KINGSBURY, 2008 adaptado por RAPOSO, 2013).

A aplicação modular refere-se a unidades que já contêm as componentes de drenagem, solo e vegetação pré estabelecidos (figura 3.17), a sua grande vantagem é a flexibilidade do sistema, pois se existirem problemas com algum dos módulos basta substituí-lo por outro igual, apresenta também baixos custos associados à sua instalação e manutenção. As suas desvantagens são a compactação do solo e a utilização de vegetação de pequeno porte (DUNNETT e KINGSBURY, 2008 adaptado por RAPOSO, 2013).



Figura 3.17- Sistema modular (Fonte: RAPOSO, 2013)

3.1.5. Vantagens e desvantagens das Coberturas Verdes

De acordo com a ZinCo (2016) e com os guias e orientações da FLL (2008), as vantagens destas estruturas podem ser divididas em três categorias: ambientais, económicas e sócio económicas.

As coberturas verdes trazem vários benefícios ao nível ambiental. As coberturas extensivas são projetadas com função ecológica pois, como o acesso público é limitado, constituem habitats ideais para espécies vegetais e animais (NEOTURF, 2012). Os outros tipos de coberturas verdes podem proporcionar alimento, se forem pensadas para possuir vegetação que agrade a certos animais, como é o caso dos pássaros e abelhas. Obtém-se também uma melhoria da qualidade do ar através da filtração de poluentes e poeiras. Existem dados que indicam que a vegetação pode captar até 95% de cobre, chumbo e cádmio e até 16% de Zinco (PECK et al., 1999).

As coberturas ajudam também a reter as águas pluviais. Existem dados que indicam que 75% da água da chuva que cai numa cidade é conduzida diretamente para as condutas de água, enquanto que numa zona florestal apenas 5% da água é perdida superficialmente (WEILER e SCHOL-BARTH, 2009). Assim percebe-se facilmente que as coberturas verdes são um bom método para ajudar a diminuir as cheias em cidades que possuem esses tipos de problemas. A tabela que se segue, segundo a FLL (2008), demonstra a capacidade de retenção de água nos diferentes tipos de coberturas consoante a profundidade do solo e a vegetação aplicada (Tabela 4).

Tabela 4 – Características dos três tipos de Coberturas verdes na retenção de água (Fonte: FLL, 2008; CÂMARA MUNICIPAL DE DUBAI, 2011).

Tipo de Coberturas verdes	Profundidade do solo em cm	Vegetação	Retenção de água media anual (%)	Custos	Manutenção
Extensivo	6-15	Musgo, <i>sedum</i>	45-55		
	15-20	Musgo, <i>sedum</i> , herbáceas	60	Baixa	Baixa
Intensivo Simples	12-15	Musgo, <i>sedum</i> , herbáceas, relvados	55		
	15-45	Pequenos arbustos, herbáceas, relvados	60	Média	Periódica
Intensivo	15-25	Arbustos, herbáceas, relvados	60		

	25-50	Arbustos, herbáceas, relvados, pequenas árvores	70	Alta	Alta
	+50	Relvados, herbáceas, arbustos e árvores	+90		

As coberturas verdes também são importantes para reduzir o efeito de ilha de calor. Apesar deste efeito ser difícil de quantificar, o Centro de Tyndale sugere que é necessário aumentar em pelo menos 10 % de área verde nas cidades para mitigar o acréscimo de temperatura resultante das mudanças climáticas (LIVINGROOFS.ORG, 2016). Uma investigação que está a ser desenvolvida em Nova Iorque, nos Estados Unidos, procura quantificar qual seria a diminuição da temperatura da cidade com a implementação de coberturas verdes em 50% da área metropolitana. O governo dos Estados Unidos lançou uma iniciativa com aplicações de taxas diferentes para os moradores que implementem coberturas verdes nos seus prédios (LIVINGROOFS.ORG, 2016).

Este tipo de coberturas também tem grande importância no que diz respeito à redução da poluição sonora. As áreas com vegetação tornam-se “isoladores de som”, absorvendo e abafando as ondas sonoras. Uma cobertura verde com 12 cm de substrato pode reduzir até 40 dB e uma cobertura verde com 20 cm pode reduzir entre 46dB a 50dB de som, o que seria indicado para os edifícios junto a aeroportos, fábricas e mesmo no centro de grandes cidades (LIVINGROOFS.ORG, 2016).

Quanto aos benefícios económicos, uma cobertura verde ajuda a prolongar o tempo de vida das telas protetoras e isolantes do edifício, protegendo-as dos raios solares e das mudanças bruscas da temperatura (NEOTURF, 2012). Contudo, a sua principal vantagem é o aumento da eficiência energética. As temperaturas no interior de um edifício com uma cobertura verde foram entre 3°C a 4°C inferiores às registadas no exterior (PECK et al., 1999).

Em Toronto, no Canada, a *Environment Canada*, verificou que após a instalação de uma cobertura verde com 10 cm de espessura de substrato, se reduziu em 25% a necessidade de uso de ar condicionado durante o período quente. No Inverno também se verifica uma poupança de energia nos edifícios que têm coberturas ajardinadas, pois a sua característica isolante diminui as perdas de calor (NEOTURF, 2012).

As coberturas verdes trazem também benefícios sócio económicos. Cada vez mais há preocupações relacionadas com a forma como os alimentos são produzidos e, nos grandes núcleos urbanos, existe falta de espaço de cultivo. As coberturas verdes são ótimas soluções para esse problema e permitem que os inquilinos cultivem os próprios alimentos (figura 3.18). Outro ponto importante é a melhoria estética (figura 3.19). As coberturas verdes, quando aplicadas num edifício com uma grande área, ou em vários edifícios juntos, ajudam a diminuir o impacto paisagístico das construções (RAPOSO, 2013).



Figuras 3.18 e 3.19 – Horta urbana em cobertura na cidade de São Paulo; Coberturas verdes na Alemanha (Fonte: <http://www.japagirl.com.br/blog/eco/horta-arte/>, 2013; <https://blogdopetcivil.com/2010/08/26/sustentabilidade-design-verde/>, 2010)

A maior desvantagem das coberturas verdes prende-se com os custos elevados de instalação, bem como, de reparação de cada um dos componentes da estrutura, a sua manutenção, a falta de incentivos por parte do governo e a gestão que deve ser feita por funcionários qualificados (GEDGE e FRITH, 2004).

3.1.6. Desafios na implementação das Coberturas Verdes

Segundo D'Souza (2012), o desempenho das coberturas verdes e a sua durabilidade está relacionada com o seu desenho que, por sua vez, está relacionado com o peso destas estruturas, localização, acessibilidade, tipo de vegetação e manutenção.

Um dos desafios que se coloca é ao nível da estrutura dos edifícios, em especial os que não são concebidos de raiz para a instalação de uma cobertura verde. O peso das coberturas verdes varia consoante o tipo de cobertura. No caso do sistema extensivo, este pode variar entre os 60 e 150 kg/ m², enquanto que o sistema intensivo pode variar entre 180 e 500 kg/ m². As coberturas

verdes intensivas, devido ao tipo de vegetação e maior profundidade do substrato, exigem mais cuidados ao nível da estrutura do edifício pois são mais pesadas (DUNNETT E KINGSBURY, 2008, adaptado por RAPOSO, 2013).

É obrigatório existir uma avaliação profissional das estruturas dos edifícios existentes para avaliar que tipo de cobertura verde poderá ser aplicada, tendo em conta a profundidade do substrato, o peso das plantas e pesos da máxima saturação do sistema da cobertura. Em algumas situações climáticas é também necessário ter em conta a carga causada pela neve (D'SOUZA, 2012). A pressão do vento também é importante. Dunnnett e Kingsbury (2008) referem que as coberturas verdes estão suscetíveis a uma variedade de pressões à superfície principalmente nos cantos e ao longo do perímetro (figura 3.20). Para prevenir e reduzir essa vulnerabilidade pode ser implementado uma impermeabilização nas arestas da cobertura, sobrepondo cascalho, pavimento ou brita (D'SOUZA, 2012).



Figura 3.20 – Pressão do vento (Fonte: D'SOUZA, 2012).

A câmara municipal do Dubai (2011) refere que a localização da cobertura verde é fundamental para elaboração do projeto e que a sua orientação vai determinar a exposição ao sol e ao vento. As vistas “de” e “para” a cobertura representam um papel importante para a avaliação do impacto que esta tem nas pessoas e arredores (D'SOUZA, 2012).

Uma segunda preocupação está relacionada com o acesso às coberturas verdes. A acessibilidade às coberturas é fundamental, devendo ser projetados os acessos necessários à sua manutenção e instalação, mas também, para o uso público, incluindo para pessoas com mobilidade reduzida, que devem seguir a conformidade da lei federal dos Emirados Árabes Unidos, número 25, 1999 artigo 22 (D'SOUZA, 2012).

Um terceiro desafio, fundamental para o sucesso das coberturas é a seleção das espécies vegetais, que vai determinar o desempenho da cobertura verde. A escolha das plantas depende de vários fatores como o clima, a capacidade de suporte de carga do edifício, a profundidade da estrutura, o processo de crescimento, a irrigação e a manutenção. Em climas quentes e húmidos

as plantas recomendáveis são as que são tolerantes à secura, mas também à humidade e que requerem manutenções mínimas (SNODGRASS,2006 adaptado por D´SOUZA, 2012).

A resistência a fogos é um quarto desafio. Para que estas sejam menos suscetíveis à propagação de incêndios os níveis de humidade no sistema devem ser verificados, deve reduzir-se o uso de materiais inflamáveis e existir um aumento do uso de elementos não combustíveis, como por exemplo materiais agregados (RAPOSO, 2013).

Finalmente, um último desafio prende-se com a manutenção. É fundamental implementar um programa de manutenção para o sistema da cobertura verde para garantir o sucesso da vida útil do mesmo. Todas estas considerações irão conduzir ao sucesso da implementação das coberturas verdes bem como preservar a estrutura do edifício ao longo dos anos.

3.1.7. Manutenção das Coberturas Verdes

Segundo o *Green Roof manual – Guidelines for planning, execution & maintenance of green roof various applications*, manual elaborado pela Câmara Municipal do Dubai (2011), depois da instalação da cobertura verde, a manutenção é um elemento crítico para o sucesso deste sistema.

Para garantir a funcionalidade de uma cobertura verde, são necessárias ações de conservação e preservação. Existem três tipos de manutenção no que diz respeito à vegetação: instalação, desenvolvimento e “em curso”:

- Instalação: o primeiro ano é crucial para o desenvolvimento das plantas. Assim, é preciso fornecer água em quantidade suficiente, replantar no caso de algumas plantas não sobreviverem, remoção de plantas invasoras entre outras práticas;
- Desenvolvimento: este tipo de manutenção é realizado da mesma maneira que a manutenção acima referida mas com uma intensidade mais baixa. É feita até que a cobertura verde esteja no seu estado ótimo, ou seja, até todos os objetivos para os espaços verdes da cobertura serem alcançados, de acordo com o desenho projetual;
- Em curso: para garantir o bom funcionamento da cobertura verde ao longo do tempo, é necessário fazer uma inspeção de rotina, pelo menos duas vezes por ano, para verificar se há necessidade de manutenção. O sistema de rega terá que ser inspecionado para garantir que os pontos de saída e entrada de água estão livres de bloqueios.

As atividades de manutenção a longo prazo, a serem realizadas para as coberturas verdes, passam por irrigação, remoção das plantas desnecessárias e indesejáveis, remoção de folhas e lixo, adubação, plantação nos espaços em mau estado e reenchimento do substrato, inspeção das zonas limites como faixas de segurança e áreas pavimentadas sem vegetação, inspeção e limpeza do sistema de drenagem, realização da poda, colocação de uma camada de “*mulch*”. Se existirem relvados terá que ser feito uma escarificação, arejamento e recolocação de areia no coberto vegetal (FARRALL e COSTA, 2011, adaptado por RAPOSO, 2013).

Durante a manutenção da cobertura verde poderão ser observadas anomalias construtivas, como por exemplo: estagnação hídrica onde não existe inclinação suficiente ou se os pontos de escoamento são limitados; efeito de varrimento e empolamento por ação do vento; queda de plantas por ação do vento; compactação do substrato; distribuição desequilibrada da matéria orgânica; e crescimento limitado das plantas devido ao substrato. O conhecimento dos requisitos específicos das coberturas a nível da instalação, manutenção e gestão são fundamentais para o sucesso da cobertura verde, por isso todos os envolvidos neste processo terão que ter as competências necessárias para o realizar, havendo sempre uma inter-relação entre as partes envolvidas (RAPOSO, 2013).

Segundo Raposo (2013) e seguindo as recomendações da FLL (2008), o número de inspeções realizadas anualmente depende do tipo de cobertura verde em questão, sendo que para uma cobertura verde extensiva recomendam-se entre 2 a 4 inspeções anuais e para a intensiva, tal como para a intensiva simples, 2 a 12 inspeções anuais.

3.2. A água nas coberturas verdes

Neste capítulo pretende-se abordar a disponibilidade e a distribuição da água no mundo, pois é importante ter a noção de que, acima de um determinado ritmo de consumo, este recurso deixa de ser considerado renovável. Desta forma, é imperativo promover a sua reutilização, para que as próximas gerações não sejam prejudicadas.

Pretende-se também verificar que usos são dados a este recurso após reciclagem, quais as formas de tratamento que existem atualmente e o que pode ser feito para implementar a sua reutilização nas habitações para fins de irrigação.

3.2.1. Disponibilidade de água a nível mundial

Segundo Montaigne (2002), as Nações Unidas afirmam que até 2025, 2700 milhões de pessoas serão afetadas pela escassez da água se os mesmos hábitos dos dias de hoje se mantiverem. Este recurso tem-se vindo a degradar devido ao excesso de poluição. A reutilização da água é uma mais valia para a promoção da sustentabilidade, garantido o seu uso para as gerações futuras.

A utilização e disponibilidade da água não é igual em todo o mundo. Existem locais onde a água é abundante e outros onde persistem condições precárias devido à falta deste importante recurso o que, muitas vezes, leva a situações de conflito (HESPANHOL, 1997). Apesar de existirem países com vários quilómetros de costa, isso nem sempre significa água potável em abundância, uma vez que não é possível consumir água salgada. Esta situação global pode ser observada nas figuras 3.21 e 3.22.



Figuras 3.21 e 3.22- Total de água no mundo; Disponibilidade dos Recursos de água Doce (Fonte: www.pelanatureza.pt, 2016)

Segundo a UNESCO (*THE UNITED NATIONS WORLS WATER DEVELOPMENT REPORT - WATER FOR A SUSTAINABLE WORLD, 2015*), pelo menos 12 países do Médio Oriente têm menos de 500 m³ de água disponível por pessoa/ano, sendo que a disponibilidade normal situa-se entre os 2500 a 6000 m³. Através da figura 3.23, podemos observar que o Norte de África e a região do Médio Oriente, onde os Emirados Árabes Unidos se inserem, são das zonas mais problemáticas, estando assinaladas com a cor laranja que significa “escassez”.

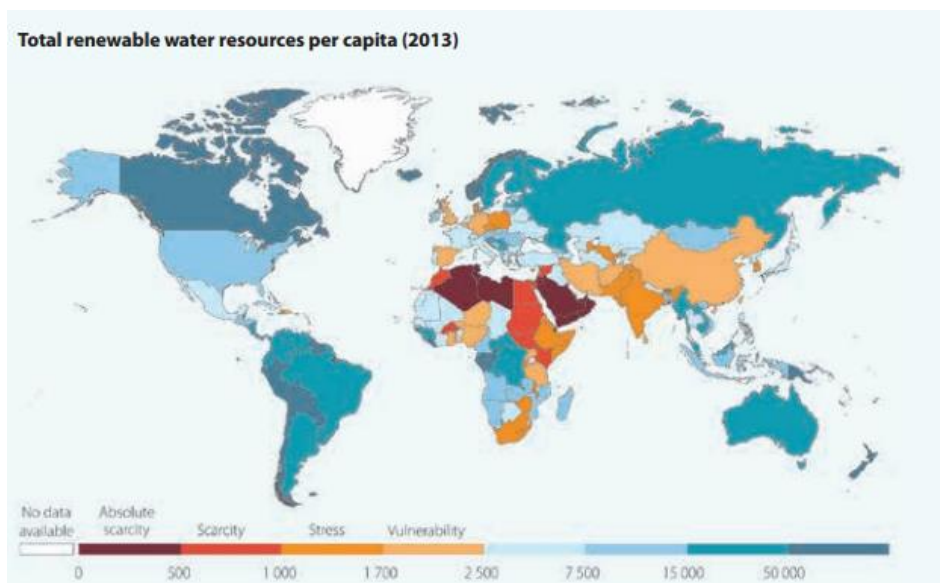


Figura 3.23- Disponibilidade de água doce em metros cúbicos por pessoa e por ano 2013 (Fonte: FAO 2013; THE UNITED NATIONS WORLS WATER DEVELOPMENT REPORT - WATER FOR A SUSTAINABLE WORLD, 2015)

As atitudes e ações negativas que o homem tem tido ao longo dos anos, como a poluição, a extração de recursos naturais em excesso e a emissão de gases de efeito de estufa em grandes quantidades, têm contribuído para o aquecimento global, levando à alteração e instabilidade das temperaturas e correntes marítimas, agravando a escassez da água (MELO, 2012).

3.2.2. Situação de gestão da água urbana no Dubai

A população da cidade do Dubai tem aumentado a um ritmo elevado, o que conduz a alterações ao nível do ciclo da água em ambiente urbano, destacando-se os problemas relacionados com o aumento da procura de água doce e a produção excessiva de águas residuais. Tendo em conta a escassez de recursos hídricos nesta região do mundo, a expansão urbana e a procura de um estilo de vida que implica elevados consumos de água, impõem-se uma reflexão sobre as necessidades de gestão e de reutilização deste recurso.

De acordo com a entrevista do diretor geral da *Federal Electricity and Water Authority (Fewa)* dos Emirados Árabes Unidos, Mohammed Saled, ao jornal *Emirates News 24* (2013), existem dois principais fatores que contribuem para a escassez de água nos Emirados Árabes Unidos. Um deles é o aumento drástico da população devido à oferta de emprego e ao desenvolvimento urbano. O outro é a temperatura, dado que no verão as temperaturas chegam aos 45° C, o que contribui para um aumento do consumo de água, que chega a estar 82% acima da média global

mundial e é três vezes superior ao consumo de alguns países na União Europeia.

Para uma melhor compreensão do típico ciclo hidrológico nos Emirados Árabes Unidos, Bader (2011) afirma que a evapotranspiração corresponde a 75% da precipitação anual, 15% corresponde a escoamento superficial e apenas 10% corresponde à recarga dos aquíferos (figura 3.24).

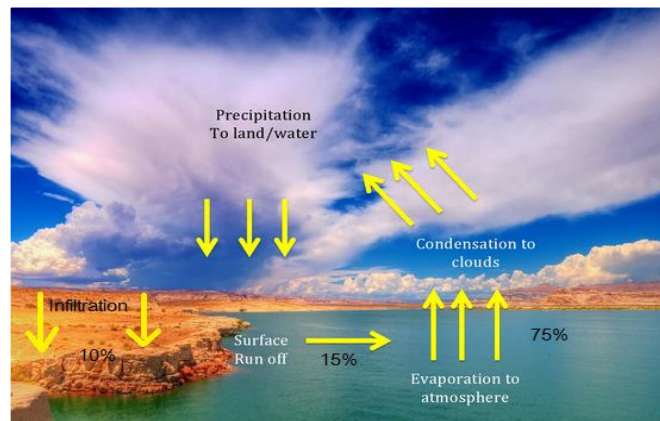


Figura 3.24 - Ciclo hidrológico no Estados Árabes Unidos (Fonte: <http://www.slideshare.net/yourmohsin/review-of-water-resources-in-uae>, 2016)

Segundo Ramos (2010), os Emirados Árabes Unidos estão a fazer um grande esforço para resolver o problema do elevado consumo de água potável. As soluções não convencionais utilizadas foram a dessalinização e o tratamento das águas residuais. Já a solução convencional aplicada na região foi a captação de águas dos lençóis freáticos e das *falajes*. As *falajes* (figura 3.25) são sistemas culturais de condução de água, constituídas por canais que intersectam as águas dos lençóis freáticos, ainda utilizados nos dias de hoje para a captação e transporte das águas nesta região, (ALSHARHAN e WOOD, 2003).



Figura 3.25 - *Falajes* (Fonte: http://amizianazlina.blogspot.ae/2011_06_01_archive.html, 2011)

Apesar de ter o clima como fator limitante, o Dubai tem aproveitado o desenvolvimento urbano para implementação de estratégias alternativas, mais eficientes, para a reutilização e reciclagem de águas, como por exemplo: a reciclagem das águas domésticas; a catalisação da humidade; a dessalinização das águas do mar; e o armazenamento das águas pluviais. Estas práticas e estratégias promovem a sustentabilidade, reduzindo o desperdício e fomentando a reposição natural do ciclo hidrológico (DEWA, 2016).

No Dubai obtém-se água doce através de três formas: a partir dos aquíferos; a partir do processo de dessalinização; e a partir do processo de reciclagem das águas residuais (figura 3.26). A água obtida através dos aquíferos (51%) é o método mais normal. Contudo, devido à elevada exploração dos aquíferos, por vezes ocorrerem infiltrações de água salgada, bem como concentrações elevadas de nitratos devido ao uso excessivo de fertilizantes (ALSHARHAN e WOOD, 2003). A dessalinização fornece 40% de água para consumo, mas por vezes este processo tem que ser interrompido devido às toxinas naturais que são formadas com a maré vermelha, um fenómeno natural que ocorre nesta região com alguma frequência. Por último, o tratamento das águas residuais fornece 9% de água para agricultura e para a indústria (MINISTÉRIO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS E DO MEIO AMBIENTE DOS ESTADOS ÁRABES UNIDOS, 2016).

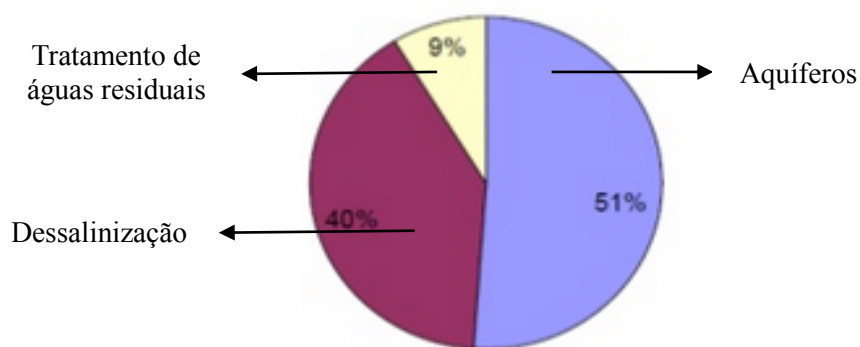


Figura 3.26- As origens da água potável no Emirado de Dubai 2009 (Fonte: <http://www.slideshare.net/yourmohsin/review-of-water-resources-in-uae>, 2016)

3.2.3. Caracterização das águas residuais urbanas

Para o estabelecimento de estratégias que tenham em vista a reciclagem da água consumida nos edifícios é necessária uma prévia caracterização das águas residuais, nomeadamente a sua origem, tipo e quantidade.

No que respeita à origem, uma vez que a Autoridade de Águas e Eletricidade (*Dubai Electricity and Water Authority - DEWA*), não divulgou dados sobre os valores da distribuição de água nos edifícios (águas domésticas), podem-se usar os dados do governo da Austrália-NSW (2006), pois estes dois países têm um comportamento similar (COUTINHO, 2009). A figura 3.27 representa a distribuição das águas e os consumos de referência no edifício. Este é repartido por quatro áreas, sendo a área de maior consumo os Banhos/Duches com 193 l/dia (litros por dia) que corresponde a 49%, seguido pela Lavandaria com um consumo de 135 l/d, correspondente a 34%. A terceira área corresponde aos gastos na Cozinha com 44 l/d, equivalendo 10% da distribuição das águas no edifício e por fim, a área com menor valor são os lavatórios com 28 l/d, correspondente a 7% de consumos.

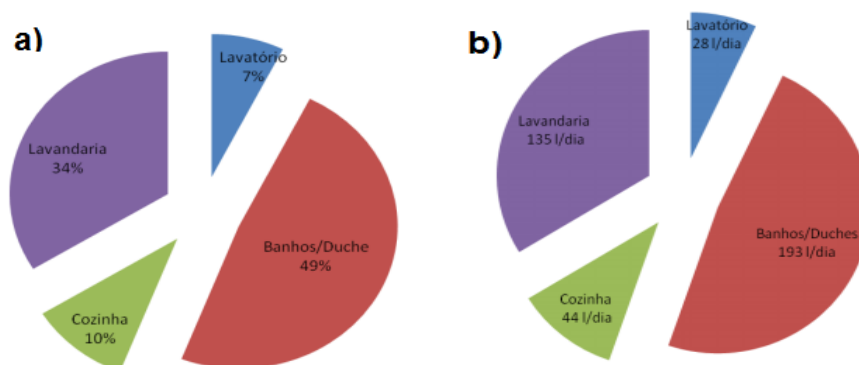


Figura 3.27- Distribuição da água cinzenta no edifício (Fonte: NSW, 2008, adaptado por COUTINHO, 2009)

No que respeita ao tipo de efluente, verifica-se a existência de dois tipos: os designados por águas pretas e os chamados de águas cinzentas. As águas pretas são provenientes da sanita e são vistas como águas sujas, enquanto que as águas cinzentas são provenientes de chuveiros, banheiras, máquinas de lavar roupa, máquinas de lavar a loiça, cozinha, bidés e lavatórios e podem ser reutilizadas, sendo altamente benéficas para a irrigação do jardim devido aos seus nutrientes (ERIKSSON et al. 2002).

Segundo o relatório de investigação *Reutilização de Água: Utilização de águas cinzentas* “in

situ” (COUTINHO, 2009), alguns investigadores subdividem ainda as águas cinzentas em água cinzenta e água cinzenta clara, sendo esta última constituída apenas pelas águas da banheira, lavatório e bidé, e obtendo esta classificação devido ao facto de ser menos poluída/contaminada (COUTINHO, 2009). Uma componente que faz diferença na qualidade química e física das águas é o tempo de armazenamento, já que o aumento deste aumenta a decomposição das substâncias que nela estão inseridas, como o sabonete e outros detergentes.

Uma vez que o tratamento e reciclagem depende do tipo de componentes e toxinas transportados, pelo que é importante conhecer a qualidade e quantidade de efluentes domésticos, particularmente das águas cinzentas (Tabela 5).

Tabela 5 – Águas cinzentas - poluentes e riscos (Fonte: EPA, 2004; adaptado COUTINHO, 2009).

Fonte	Poluentes Típicos	Riscos prováveis
Casas de banho, banhos e lavatório	-Contaminação fecal e urina; -Químicos derivados dos sabões, champôs, pasta de dentes e produtos de limpeza; -Cabelos, pelos, óleos; -Quantidades residuais de produtos fitofarmacêuticos.	-Doenças infecto-contagiosas; -Riscos de contaminação microbiana; -Geralmente bem diluída, a água cinzenta proveniente das casas de banho é a mais indicada para ser reutilizada em rega, uma vez que á partida tem menores concentrações de produtos químicos.
Lavandaria	-Detergentes: contribuem para o aumento da amónia e de outras formas azotadas, fosfatadas e CQO; -Elevada salinidade; -Elevada alcalinidade.	-Menor riscos de contaminação fecal do que na água cinzenta proveniente das casas de banho; -Maior contaminação química; -Maior contaminação térmica.
Cozinha	-Partículas de comida, óleos de cozinha, gorduras, detergentes e outros agentes de limpeza; Concentrações mais elevadas de SSV, SST, SQO e CBO, Fosfato e Boro	-Não aconselhada para rega, as gorduras provenientes da cozinha são suscetíveis de tornar o solo impermeável à água.

3.2.4. Tipos de reutilização das águas cinzentas

Segundo Coutinho (2009), existem 3 tipos de usos para as águas tratadas:

1. Reutilização potável: referente a um aproveitamento da água para consumo humano, o que implica muitos custos devido aos tratamentos necessários para obter uma boa qualidade para consumo.
2. Reutilização facultativa: referente ao uso das águas tratadas na manutenção dos cursos de água, no reforço das recargas dos aquíferos e no controlo da intrusão salina. Esta utilização é condicionada pelas atividades que ocorrem a jusante do ponto de descarga e exige que a água captada seja sujeita a tratamento e controlo de qualidade para poder ser usada.
3. Reutilização não potável: subdivide-se em reutilização industrial, aquacultura, agrícola e urbana.
 - Na reutilização industrial as águas residuais captadas podem ser aproveitadas para lavagem de equipamentos, processos industriais e atividades de refrigeração;
 - Na reutilização em aquacultura as águas residuais promovem o crescimento de organismos aquáticos devido aos nutrientes que contêm, contribuindo para a produtividade dessas culturas;
 - Na reutilização na agricultura, após um tratamento inicial, sendo reconhecida a sua vantagem devido à presença de matéria orgânica e nutrientes associados;
 - Na reutilização urbana as águas residuais domésticas tratadas podem ser utilizadas para diversas finalidades como por exemplo na construção civil, na manutenção e rega de espaços verdes e de lagos, na limpeza dos espaços públicos, para abastecimento da rede de incêndios, em descargas de autoclismo, entre outros.

Na figura 3.28 são apresentados os passos para a implementação de um plano de reutilização das águas (COUTINHO, 2009).

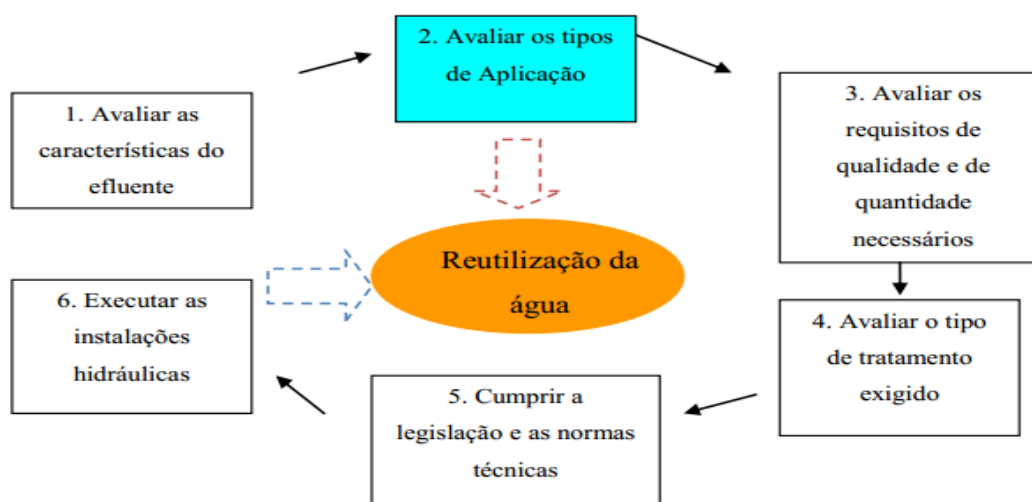


Figura 3.28 - Diagrama para implementação de um plano de reutilização de água (Fonte: MENDONÇA, 2004, adaptado por COUTINHO, 2009).

A reutilização das águas domésticas é uma estratégia de preservação deste recurso natural e uma tentativa para trazer equilíbrio ao ecossistema. Metcalf e Eddy (2003) relatam que, para os vários tipos de uso e reúso já enunciados anteriormente, existem diferentes parâmetros (Tabela 6) que vão variar, dependendo do tipo de aplicação, condições e características locais, como o clima, a cultura, as condições socioeconómicas e os riscos.

Tabela 6 – Tipos de reutilização da água residual, considerando os seus parâmetros (Fonte: METCAF e EDDY, 2003; adaptado COUTINHO, 2009).

Tipos de reutilização da água	Parâmetros a considerar
Reutilização Agrícola: -Culturas -Estufas comerciais -Parques -Recreios de escolas -Campos de golfe -Cemitérios -Residenciais (jardins)	-Risco de contaminação de água superficial e subterrânea; -Aceitação pública e social; -Efeitos da qualidade da água, particularmente, no aumento da salinidade nos solos e culturas; - Riscos para a saúde pública nomeadamente, no que respeita a microrganismos patogénicos.
Reutilização Industrial:	-Possibilidade de corrosão e crescimento bacteriano;

-Água de refrigeração -Construção -Alimentação de caldeiras	-Riscos para a saúde pública, nomeadamente no que respeita a transmissão de aerossóis patogénicos nas águas de refrigeração; -Garantia de não cruzamento das redes de água potável e reutilizável.
Recarga de aquíferos: Controlo da intrusão salina	-Possível contaminação dos aquíferos subterrâneos, usados geralmente como fontes de água potável; -Constituintes químicos orgânicos e a sua toxicidade; -Sólidos dissolvidos totais, nitratos e microrganismos patogénicos na água a reutilizar.
Usos recreativos, lagos artificiais, tanques de pesca, neve artificial etc.	-Riscos para a saúde pública relacionada com a transmissão de microrganismo patogénicos através dos aerossóis; -Garantia do não cruzamento das linhas de água potável e a reutilizável.
Usos urbanos (não potáveis): -Proteção contra incêndios -Ar condicionado -Autoclismos de casas de banho	-Riscos para a saúde pública relacionada com a transmissão de microrganismos patogénicos através dos aerossóis; -Garantia do não cruzamento das linhas de água potável e a reutilizável.
Reutilização potável	-Cuidado com a toxicidade dos químicos orgânicos; -Aspetos estéticos e de aceitação social; -Saúde pública: transmissão de microrganismos patogénicos especialmente vírus entéricos.

3.2.5. Tipos de tratamento das águas cinzentas residuais

Segundo Bazzarella (2005), o tipo de tratamento adotado para águas cinzentas destinadas a uma utilização não potável é determinado pelas características do efluente e da sua aplicação posterior, existindo três tipos de sistemas:

- Sistema simplificado de dois estágios (*two-stage system*): onde há uma pré-filtragem para remoção dos resíduos sólidos de grande porte, seguida de uma desinfecção através

da utilização de cloro e boro em forma de pastilha. Este sistema é o mais básico e apresenta vários tipos de problemas e limitações;

- Sistema físico e físico-químico: cuja filtragem, segundo Christova-Boal, Eden & Macfarlane (1996), é feita através de três estágios. Primeiro faz-se uma pré-filtragem, onde são removidos todos os sólidos de grande porte. De seguida as águas passam por um filtro de peneira que filtra os sólidos de pequeno porte (por exemplo cabelos, pequenos pedaços de sabão). Por fim utiliza-se um filtro mais fino que retém o material sedimentado. Estes sistemas são bastante eficientes nos resultados físico-químicos, mas requerem um grande consumo de energia;
- Sistema biológico: onde a água produzida pelo edifício é enviada para uma primeira lagoa onde será armazenada e tratada por plantas específicas, passando depois para uma segunda lagoa. No final do processo as águas passam para para uma terceira lagoa, onde passam por um último filtro de areia para retirar todas as impurezas.

3.2.6. Benefícios e problemas do uso de águas cinzentas residuais

As técnicas que permitem o armazenamento e reciclagem das águas cinzentas garantem uma série de aspetos importantes, tais como: a contribuição para a conservação da água; a redução do consumo de água da rede pública e o seu custo associado; a redução do uso das reservas de água subterrâneas; a contribuição para a redução dos custos; e promoção da sustentabilidade e a redução do desperdício, entre outros benefícios (ROSSA, 2006).

Os benefícios podem ser ambientais, sociais e económicos. Entre os benefícios a nível ambiental destacam-se: os processos naturais de armazenamento, infiltração e evapotranspiração; a recomposição dos cursos de água urbanos; a diminuição do impacto do meio urbano no ambiente; o aumento de diversidade de habitats naturais no meio urbano; a proteção de áreas sensíveis; e a promoção de recarga dos aquíferos subterrâneos. Também existem benefícios a nível social, tais como, a reconciliação das paisagens urbanas com o ambiente e a melhoria na qualidade de vida. Por último, o reaproveitamento das águas também apresenta benefícios económicos, nomeadamente a diminuição dos custos de investimentos nos sistemas de drenagem e a melhoria na utilização de recursos (SOPA, 2006).

As desvantagens associadas a estes sistemas de captação e armazenamento recaem sobretudo nos custos associados aos tratamentos das águas cinzentas e sobre a quantidade e qualidade das

mesmas (ALVES, 2010). Segundo Coutinho (2009) existem dificuldades para a implementação dos sistemas de reutilização devido à pouca consciencialização da população para a proteção e conservação deste recurso e à falta de investimentos e apoios neste tipo de instalações.

De acordo com a Câmara Municipal do Dubai, nas coberturas verdes o sistema de rega está dependente do tipo de cobertura, do clima, do sistema de abastecimento de água, da pressão, da manutenção, da área de rega e das necessidades hídricas da vegetação. O sistema de rega pode ser manual, automático ou semi-automático. Um tanque de água para o sistema de rega é exigido a um nível abaixo do edifício, sendo que o fornecimento da água para este tanque pode ser efetuado pela Autoridade de Águas e Eletricidade do Dubai (*Dubai Electricity and Water Authority - DEWA*) serão águas recicladas, condensação do ar condicionado, tratamento das águas pluviais, entre outros. A criação de um plano de gestão das águas para o sistema de rega das coberturas verdes bem como dos espaços verdes no Dubai é fundamental, pois este elemento é limitado nesta localidade, contribuindo assim para um espaço equilibrado e sustentável (D'SOUZA, 2012).

Nesta primeira parte do relatório de estágio pretendeu-se reunir toda a informação que se considera necessária, não apenas para guiar a elaboração dos projetos que foram desenvolvidos no estágio, mas também para enquadrar e justificar a importância das coberturas verdes e da reutilização das águas residuais para o sistema de rega no meio urbano, no contexto geográfico onde se realizou o estágio, nos Emirados Árabes Unidos, quer a nível mundial.

SEGUNDA PARTE
Projetos desenvolvidos no *atelier*

CAPÍTULO 4 - PROJETOS DESENVOLVIDOS NO *ATELIER*

Durante o estágio profissional foram realizados dois projetos de arquitetura paisagista de coberturas verdes, em dois edifícios projetados pela empresa onde se realizou o estágio.

O primeiro projeto localiza-se na cidade Fujairah, no edifício Investment Twin Tower (figura 4.1) e incidiu na elaboração de duas coberturas verdes, uma com caráter de cobertura intensiva ao nível do 4º piso e a outra de caráter intensiva simples que corresponde a um pátio no 3º piso.

O segundo projeto destinou-se ao edifício G+4 (figura 4.2) localizado no Dubai e corresponde também a duas coberturas verdes localizadas em níveis diferentes. A do nível mais elevado caracteriza-se por ser intensiva e a do nível mais baixo é uma cobertura verde extensiva.

Em ambos os projetos a aplicação da cobertura verde foi feita *in situ*, ou seja, pela colocação de camadas contínuas dos componentes de constituição das coberturas.



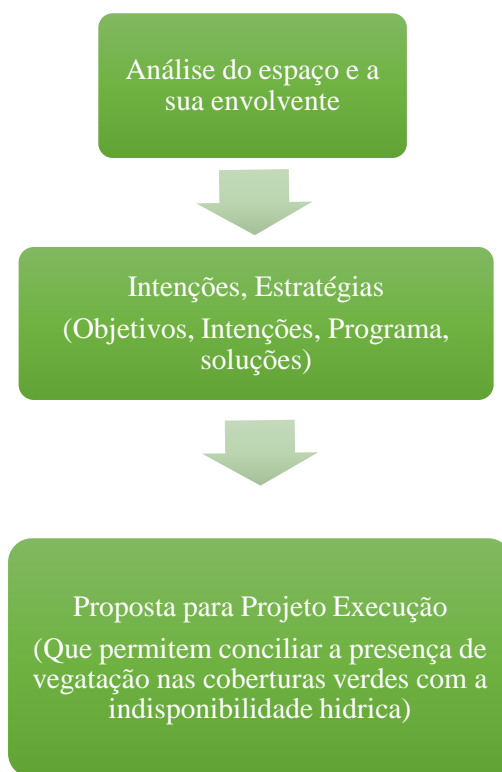
Figura 4.1 e 4.2 - Investment twin Tower (Fonte: MABANI CONSULTING, 2016); Edifício G+4 (Fonte: MABANI CONSULTING, 2016)

A análise racional, sensorial e das intenções dos clientes para o espaço (objetivos) evidencia aspetos semelhantes, apesar dos edifícios se encontrem em cidades diferentes, a 165km de distância entre si (Dubai a Fujairah). Esta circunstância resultou num programa de intervenção semelhante e numa metodologia idêntica.

4.1. Metodologia de trabalho

A metodologia de elaboração do projeto seguiu os seguintes passos: Análise da área de intervenção e do seu contexto; Definição de objetivos, intenções e programa; e elaboração do projeto (estudo prévio e projeto de execução). Simultaneamente, foi feita identificação e recolha de legislação aplicável e de informação técnica relevante para a elaboração dos projetos, nomeadamente, regulamentos e normas das coberturas verdes e das águas cinzentas e a sua implementação, tendo em conta o tipo de instalação, os seus benefícios e desafios (apresentada no capítulo 3). A metodologia encontra-se sintetizada na figura 4.3.

Figura 4.3 - Diagrama das estratégias metodológicas de projeto



Cada um dos projetos iniciou-se com uma reunião com o diretor e com o cliente para determinar as intenções, os desafios e as oportunidades que se apresentavam no projeto e estabelecer o prazo para apresentar as várias soluções ao cliente.

Depois desta fase foi efetuada uma pesquisa sobre o enquadramento urbano do local, através de recolha de fotografias, análise biofísica e o sociocultural. Foi feita uma interpretação do funcionamento da área em estudo, nomeadamente das suas relações e fluxos com o espaço

envolvente e da sua inserção no edifício. Esta pesquisa teve como objetivo reunir o máximo de informação sobre o local, de forma a auxiliar o desenvolvimento do conceito e programa.

Seguidamente foram estabelecidos objetivos, intenções e programa com base na análise prévia efetuada e nos requisitos do cliente.

Para cada projeto foram realizados esboços de várias soluções e foram elaboradas imagens 3D ilustrativas de cada possibilidade. Estas opções foram apresentadas ao cliente, fornecendo, sempre que possível, informação sobre a criação de biodiversidade no espaço, através do uso de vários elencos de vegetação autóctone. Esta etapa representa a fase de estudo prévio.

Após a aprovação de uma das soluções, por parte do diretor e do cliente, deu-se início à fase de projeto de execução (Tender Phase). As peças definidas pela empresa para esta fase foram: Plano geral; Plano de pavimentos; Plano de mobiliário e iluminação; Plano de plantação de árvores, arbustos, herbáceas e de revestimentos ; Plano de rega; Cortes; e Perspetivas. Os planos de Implantação altimétrica e Planimétrica, Acessibilidade, Drenagem, Pormenores de construção, Plano de modelação e orçamento foram efetuados pela equipa de engenharia.

Por fim, depois da aprovação do projeto pelas entidades governamentais responsáveis terá início a fase de construção. A execução de ambos os projetos iniciou-se em Setembro de 2017.

4.2. Conceito e programa

Os objetivos e intenções expressos pelos clientes e pelo diretor do *atelier*, indicavam a necessidade de tornar os espaços ocupados pelas coberturas como locais de interesse e de visita. Pretendia-se que fosse: fomentado o convívio entre a comunidade; incentivada a prática de desporto e as atividades ao ar livre; e criadas condições para o lazer e descontração, contribuindo para um contacto direto com a natureza, dentro da cidade. Deste modo, foram procuradas soluções que possibilitassem conciliar as intenções do cliente com a presença de vegetação adaptada à reduzida disponibilidade hídrica e à reutilizando águas domésticas do próprio edifício.

Pretendeu-se com estes projetos criar espaços onde, apesar do carácter artificial do seu contexto (cidade e edifício), seja possível uma referência à identidade local, através do uso da vegetação autóctone. Simultaneamente, foi intenção do projeto conceber soluções sem barreiras arquitetónicas e que permitam o maior número de atividades possíveis, dando liberdade ao utilizador de escolher de que forma o pretende utilizar. Estas duas ideias foram a base de uma

estratégia de abordagem, que permitiu criar coberturas verdes que se articulam com o edifício, com a população e com a sua envolvente.

Em síntese, os principais os aspetos concetuais são:

- Considerar a identidade local, o *Genius Loci* e referenciá-la através do uso de vegetação autóctone;
- Criar lugares e ambientes sociais sustentáveis.

É de constatar que os utilizadores destes espaços abrangem várias faixas etárias. É importante ter em conta este fator, para que a organização e composição do espaço possa constituir um elemento de interesse e, ao mesmo tempo, de atração para os potenciais utilizadores e ainda para os visitantes que não pertençam à comunidade residente.

O programa visa promover a criação de vários espaços e ambientes e contém como ideias principais:

- Eliminar a dualidade de espaços, criando uma área de transição entre o interior do edifício e os seus espaços descobertos;
- Recorrer a técnicas de projeto sustentável, nomeadamente através da aplicação de vegetação autóctone e da implementação de um sistema de reciclagem e tratamento das águas domésticas para a rega;
- Criar formas de contemplação natural, motivação e convívio de pessoas para o local e dinamizar o espaço e a sua envolvente;
- Conceber percursos que cumpram as regras de acessibilidade, de modo a que qualquer utente tenha a possibilidade de atravessar este espaço sem dificuldade.

4.3. Aspetos técnico comuns aos dois projetos

Para os dois projetos desenvolvidos as soluções implementadas a nível do tratamento da laje do edifício, modelação de terreno e drenagem foram as mesmas. Antes da implementação dos componentes das coberturas verdes, foi necessário efetuar um tratamento de proteção da laje do edifício, através de uma mistura betuminosa com resina plastomérica ou elastomérica, modificada para impermeabilização e proteção contra a penetração das raízes no edifício.

Como as lajes não têm declive incorporado foi necessário criar para o sistema de drenagem superficial uma ligeira inclinação de 2%, com pontos de recolha ligados a caixas de drenagem (figura 4.4).

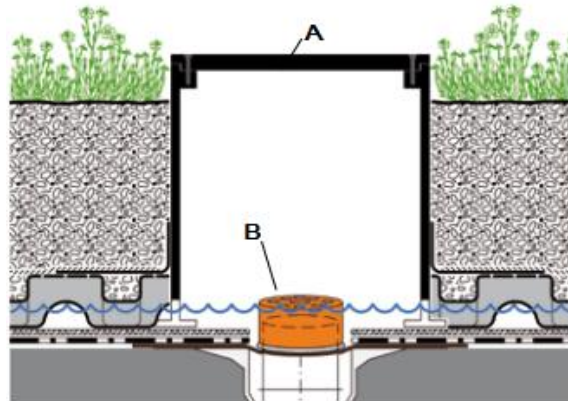


Figura 4.4 – Sistema de Drenagem superficial (Fonte: ZINCO, 2016).

Todos os desníveis existentes são vencidos com a utilização de escadas e rampas em pontos estratégicos, funcionando como elementos importantes na concepção do espaço, sempre respeitando a lei federal dos Emirados Árabes Unidos, que consta no decreto federal No. 25, 1999 artigo 22 e 27, no que respeita a inclinações (máximo de 8%), extensões máximas de rampas. As relações entre o cobertor e espelho nas escadas e nas faixas de aproximação, constam no “Fire and Life Safety Code of Practice” (MINISTRY OF INTERIOR U.A.E., 2011). No que respeita à rega, ambos os edifícios recorrem a água reciclada para irrigação das superfícies plantadas. Em ambos os projetos o sistema aplicado é da autoria da companhia *Flotender* e possui dois estágios de filtração, com filtros muito finos. A instalação deste sistema já foi feita em inúmeras casas residenciais e projetos comerciais. Este sistema (figura 4.5) está desenhado para ser adaptado a diferentes tipos de configurações e usos, sem recurso a tratamentos químicos nem biológicos. Outra estratégia deste sistema é a captação das águas das chuvas, que podem ser armazenadas numa cisterna separada como fonte de reserva. O sistema tem uma manutenção simples, consistindo na lavagem dos filtros com água (FLOTENDER, 2016).

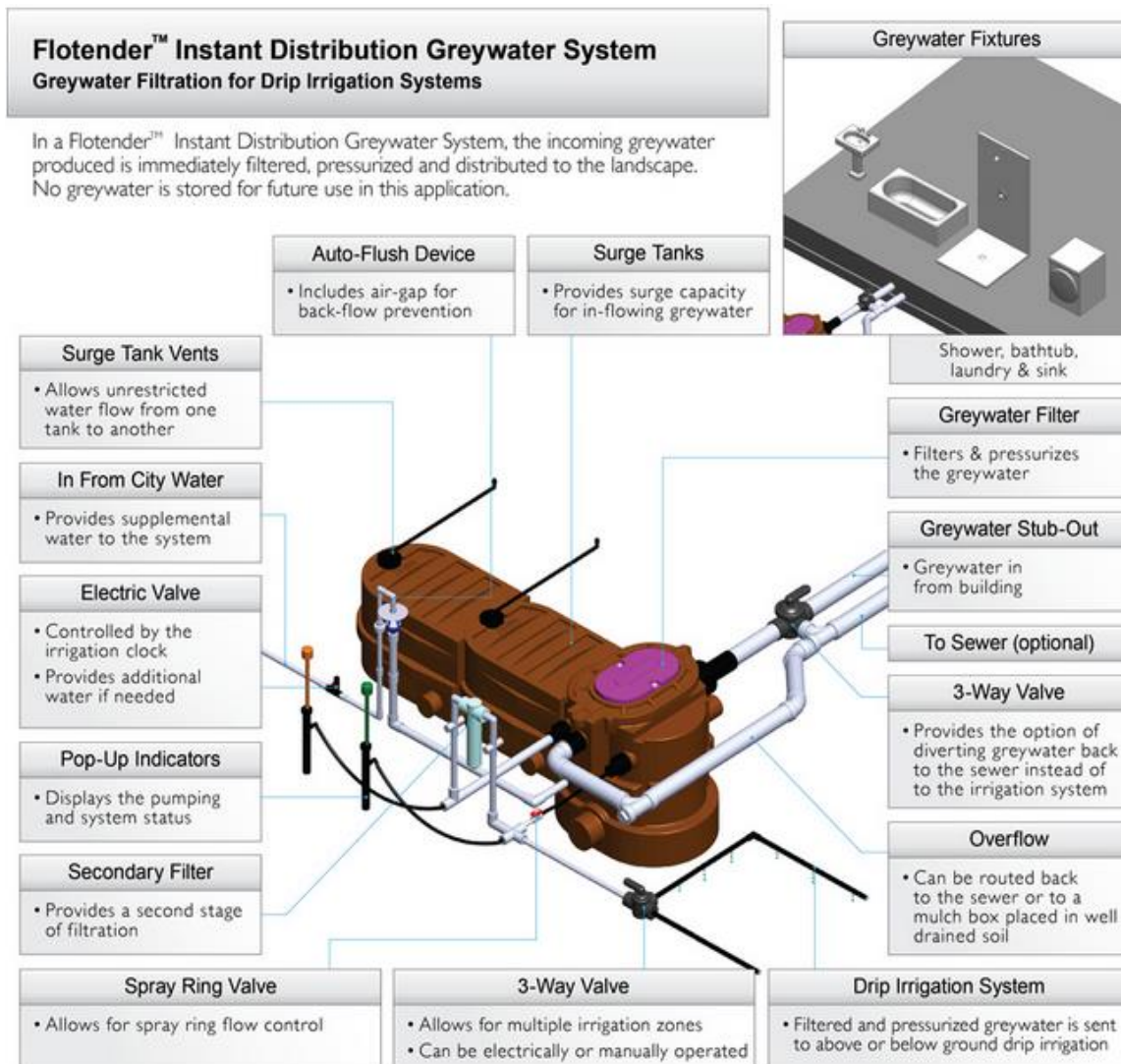
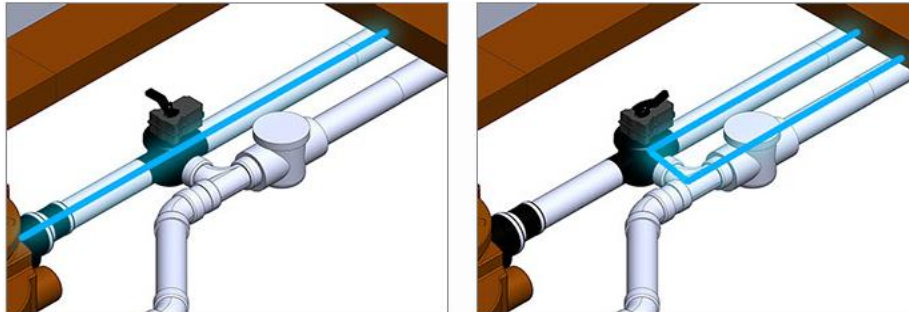


Figura 4.5- Sistema de tratamento Flotender das águas cinzentas para o sistema de rega (Fonte: <http://www.greylinksystem.com>, 2016).

Este sistema possui dois estágios de filtração, sem recurso a tratamento químico nem biológico, e tem as seguintes características (FLOTENDER, 2016):

- Sistema de filtração com uma malha de 15 cm e de 20 cm de filtro secundário para a autolimpeza;
- Tratamento das águas feito pelo método de tratamento ultravioleta e de ozono;
- Sistema de armazenamento caracterizado pela sua autossuficiência e *Built-in* para aumentar a sua capacidade;
- Sistema de irrigação com bomba integrada no próprio sistema e programado para vários sectores de rega.

Este inclui também um sistema automático de redirecção, que irá ligar-se, em situações de chuvas intensas ou de manutenção do sistema, ao sistemas de esgotos (figura 4.6 e 4.7) (FLOTENDER, 2016)..



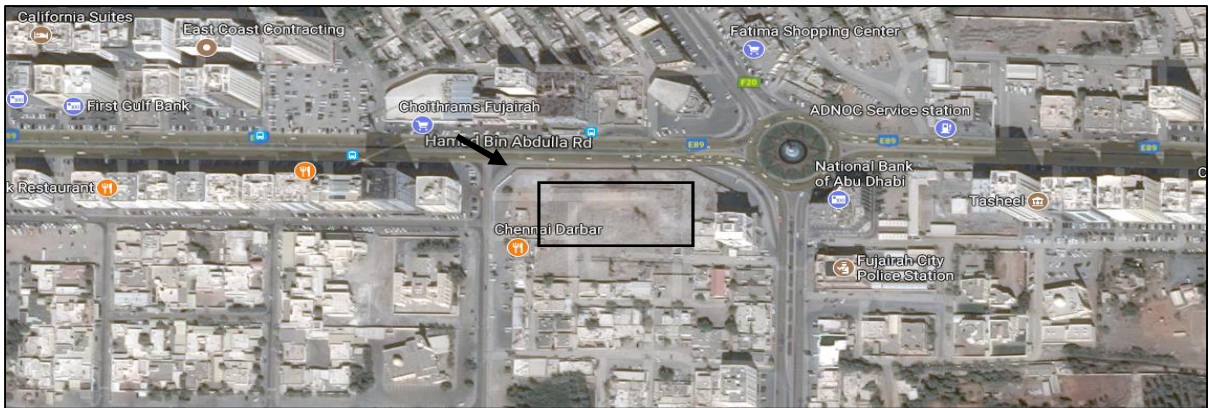
Figuras 4.6 e 4.7 - Sistema de válvulas para o sistema de tratamento; Sistema de válvula para o esgoto (Fonte: <http://www.greylinksystem.com>, 2016)

4.3.1. Descrição do projeto Fujairah Investment Twin Towers

A área de intervenção localiza-se nos Estados Árabes Unidos, no Emirato de Fujairah, na área de Merashid (figuras 4.8, 4.9, 4.10). O Emirato de Fujairah está localizado a Este dos Estados Árabes Unidos, junto à costa do Golfo pérsico de Oman, sendo delimitado a oeste pelas montanhas de Hajar. Fujairah. É um dos emirados que se encontra em rápido crescimento económico e populacional. O clima é subtropical, semelhante ao clima do Dubai (FUJAIRAH OBSERVER, 2016).

O espaço de intervenção encontra-se no centro da cidade, junto da estrada principal Hamad Bin Abdulla E89. O edifício, que terá vista para o mar, insere-se numa zona com várias instituições e serviços como é o caso de uma sede da polícia e do Banco Nacional de Abu Dhabi.

Este edifício terá 27 andares, dos quais os três primeiros pisos serão de uso misto comercial e empresarial e os restantes serão residenciais. O piso 4 constitui uma base comum às duas torres habitacionais. As duas coberturas verdes, localizadas nos pisos 3 e 4 (figura 4.11).



Figuras 4.8, 4.9, 4.10 - Emirados Árabes Unidos; Fujairah; Aproximação à área de intervenção em Merashid; Área de intervenção assinalada com retângulo preto (Fonte: GOOGLE MAPS, 2016).



Figura 4.11 - Fujairah Investment Twin Towers (Fonte: MABANI CONSULTING, 2016)

O primeiro conjunto de coberturas corresponde a dois pátios rodeados por escritórios, localizado no 3º piso, designados por “espaço da *Mezaninne*” (figura 4.12).

Devido ao facto da área de escritórios ser um local que transmite agitação, *stress*, preocupação e trabalho, para além de serem locais bastante confinados, o projeto das coberturas procura transmitir serenidade, tranquilidade e conexão com os colaboradores. Esta ideia é reforçada pelo uso de linhas orgânicas nas pequenas elevações criadas para o espaço. Procura-se estimular no utilizador sentimentos e sensações de relaxamento e serenidade interior (figuras 4.13, 4.14, 4.15).

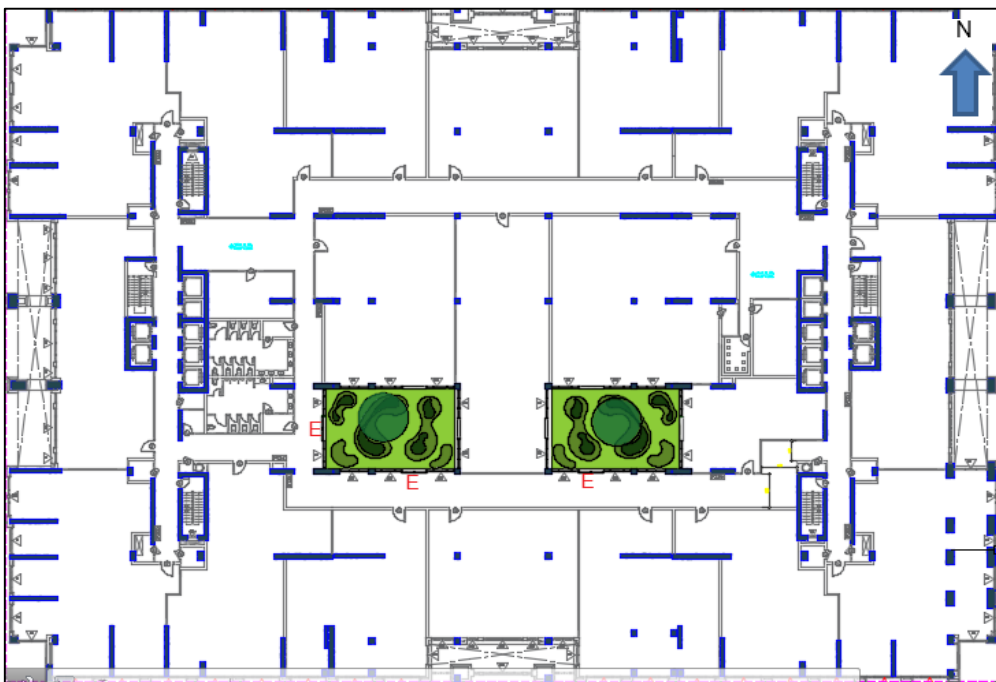


Figura 4.12 – Plano Geral da *Mezaninne*

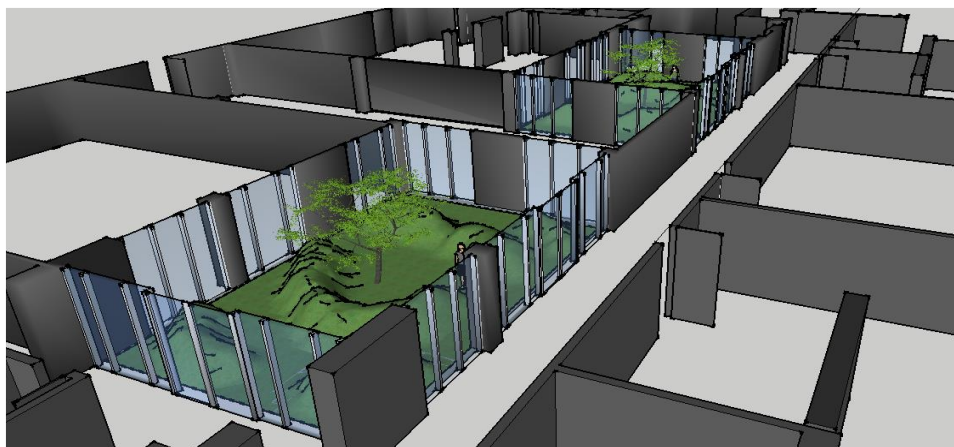


Figura 4.13 – Perspetiva da cobertura

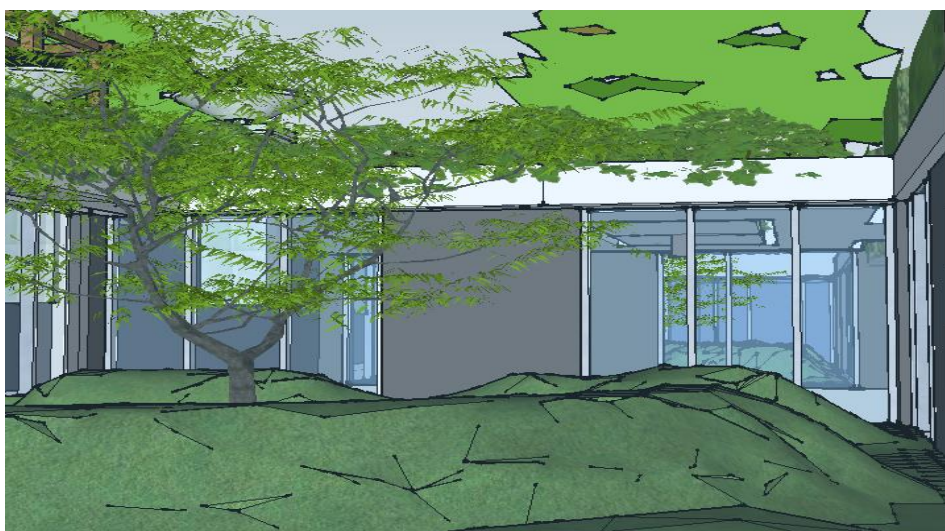


Figura 4.14 – Perspetiva da cobertura

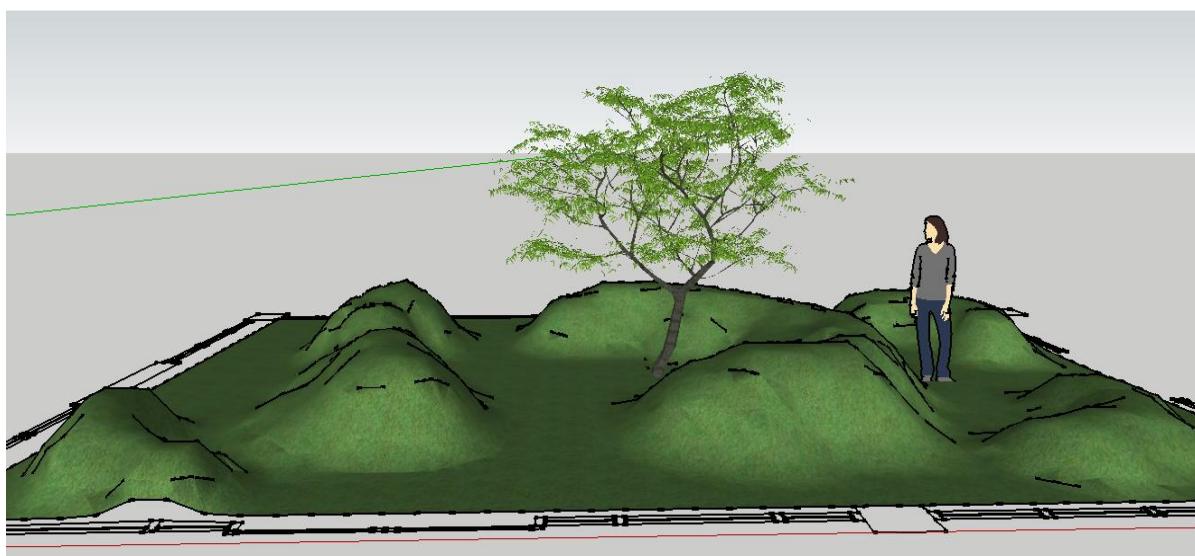


Figura 4.15 – Perspetiva da cobertura

Na constituição da cobertura foram propostas pequenas elevações que dão a ideia de movimento. A inspiração para este espaço foi gerada por elementos que transmitem sentimentos de calma, serenidade e tranquilidade, concretamente pelas ondas do mar e o deserto, dois extremos que propagam esses mesmos sentimentos. Uma vez que toda a envolvente será constituída por escritórios procurou-se conceber um espaço onde o utilizador pudesse ser transportado para outra dimensão durante as pausas do dia. Será um local de recarga de energia. Estes dois pátios estabelecem uma ligação visual com o andar de cima onde se localiza a segunda cobertura (figura 4.14).

Os acessos para os dois pátios, são feitos a partir de portas localizadas nos corredores circundantes (assinalados com a letra E na figura 4.12) e é garantida a circulação a utilizadores com acessibilidade reduzida até ao centro do pátio.

Em relação à vegetação, uma vez que esta é uma cobertura verde intensiva simples, a escolha recaiu num relvado com baixas necessidades hídricas adaptado ao clima, constituído por uma sementeira de *Sporobolus spicatus*, uma espécie autóctone adaptada a estas condições. Foram também propostas duas árvores da espécie *Acacia arabica*. A opção pelo relvado como único revestimento está relacionada com a sua qualidade textural relativamente ao modo como consegue evidenciar a modelação de relevo proposto. Não se recorre a nenhum material inerte para o revestimento do solo.

A manutenção não é muito elevada devido ao seu fácil acesso e ao facto do relvado ter baixas necessidades hídricas. Os maiores cuidados estão relacionados com o corte do relvado.

A segunda cobertura verde projetada para este edifício localiza-se no 4º piso, estando um andar acima do espaço da *Mezaninne*. É um espaço de maior dimensão, com torres de apartamentos a nascente e poente, mas usufruindo de vistas para a cidade e o mar.

O espaço foi projetado de forma harmoniosa, procurando não expor todos os ambientes de uma só vez uma vez. Pretende-se que estes sejam de estadia, contemplação e lazer. O espaço permite sentir o sol, o vento e a chuva. A exposição solar é adequada, sem ser excessiva, devido ao resguardo oferecido pelas torres, relativamente ao sol e ao vento.

O espaço projetado garante simultaneamente um espaço de privacidade e de encontro. A principal intenção centra-se na ideia de “Natureza vs Urbano”, explorada através do uso de formas e de materiais que se afastam do carácter inerte do edificado. Procurou-se instalar um espaço com flora local que evidencia cheiros e sensações transmitidas pela Natureza. São criadas áreas de transição nos diferentes espaços que compõem o projeto, mas também entre a envolvente edificada (figura 4.16).

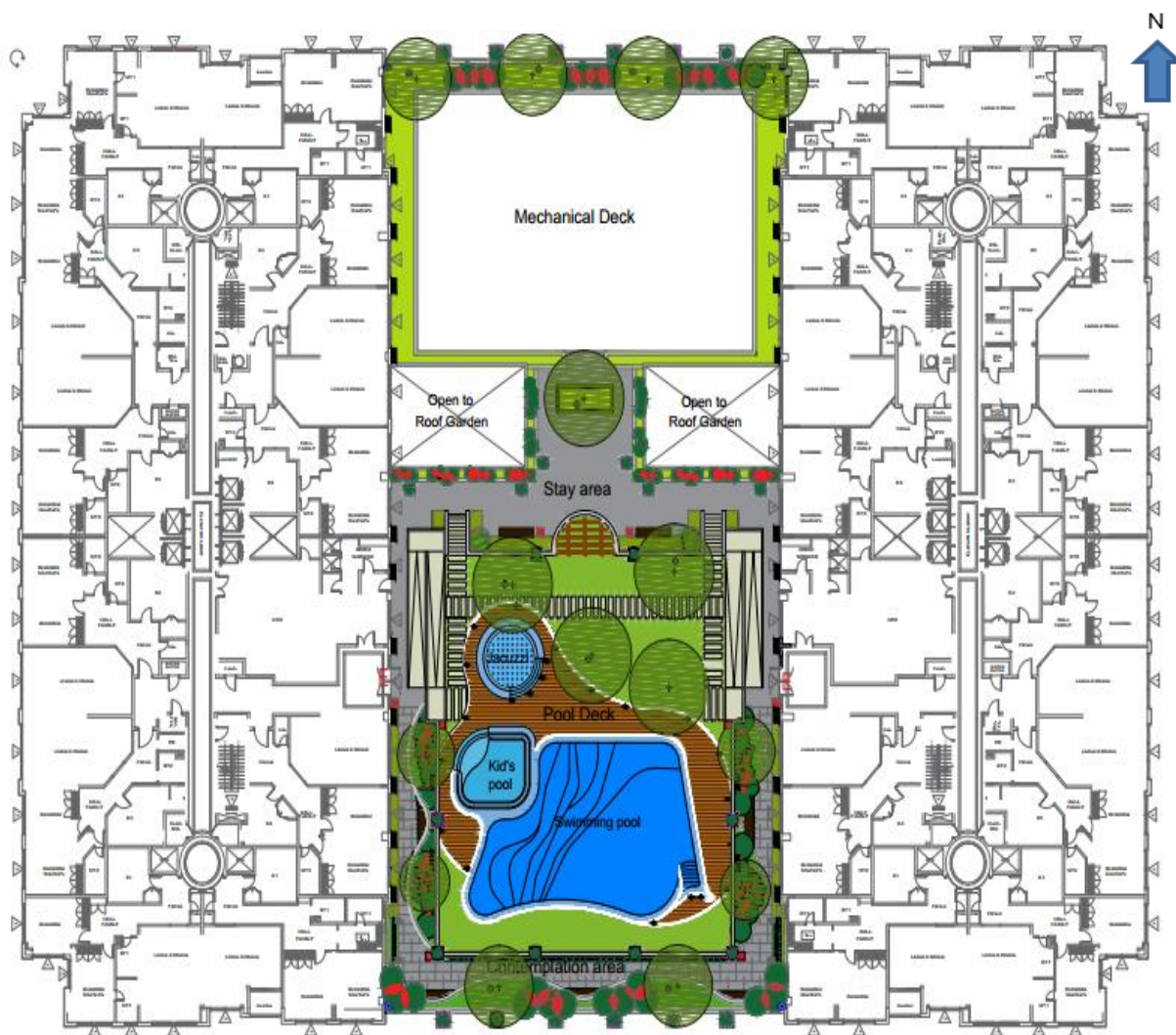


Figura 4.16 – Plano Geral da cobertura verde

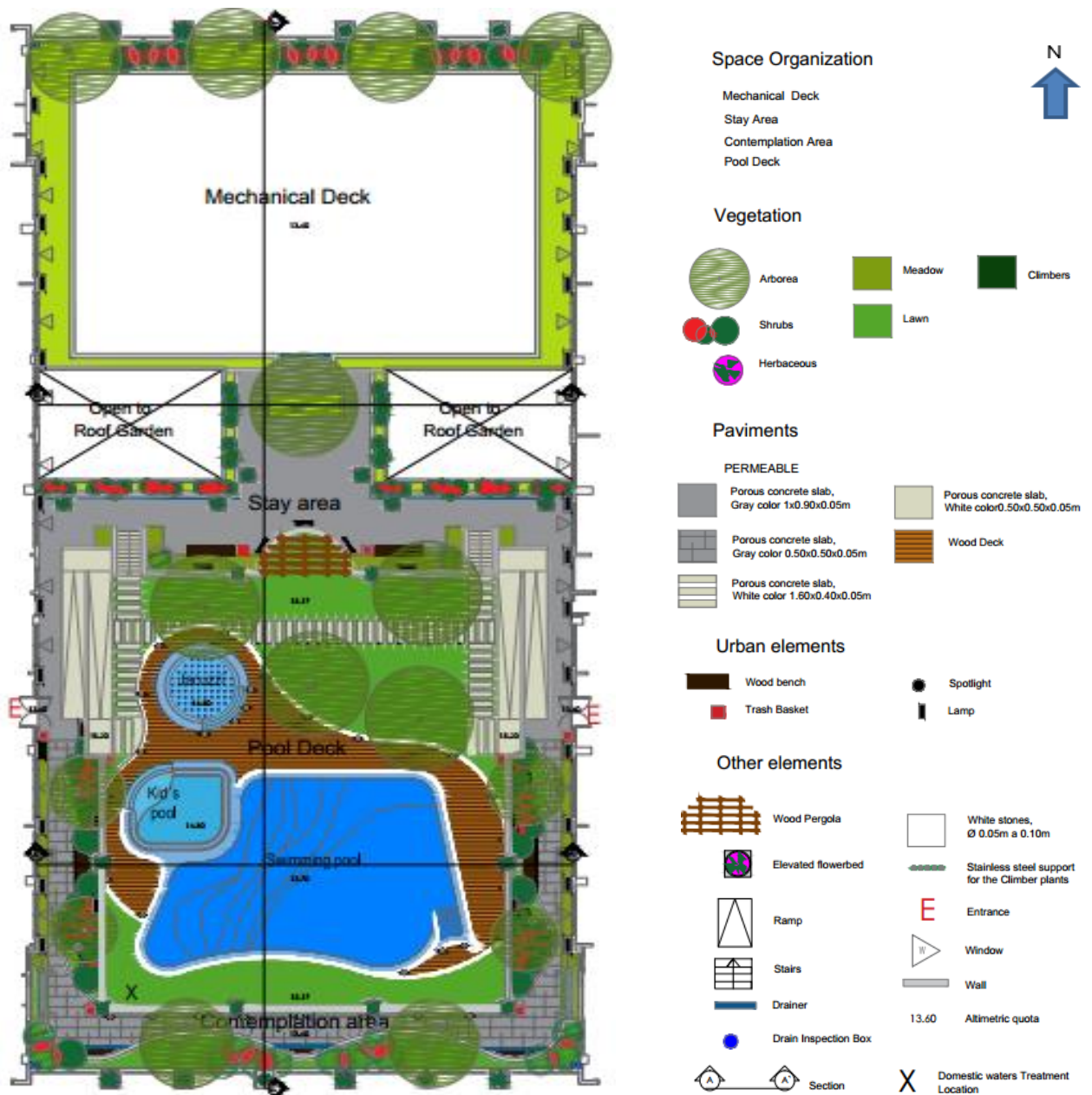


Figura 4.17 – Plano Geral da cobertura verde com a legenda

Existem duas entradas para a cobertura, localizadas a este e a oeste (assinaladas com a letra E na figura 4.17). Rampas, com o máximo de 8% de inclinação, garantem o acesso de todos os utilizadores ao espaço.

O espaço está dividido pelas seguintes áreas: *Mechanical Deck* (área mecânica); *Stay area* (área de estadia); *Contemplation area* (área de contemplação); e *Pool Deck*. As três primeiras áreas localizam-se 13.6 m acima do nível de rua e a zona de *Pool Deck* (área de piscina) está elevada 1.60m, encontrando-se a 15.2 m (figura 4.18). Apenas a “área mecânica” é de acesso restrito, reservado aos funcionários responsáveis pela manutenção. A circulação entre as diferentes áreas respeita os utilizadores com mobilidade reduzida.



Figura 4.18 – Perspectiva geral da Cobertura Verde

Um dos requisitos do cliente foi o bloqueio da vista para a área mecânica. Deste modo, foi proposta uma sebe alta e também um maciço arbustivo entre as duas áreas (área mecânica e área de estadia) de modo a obstruir a visão para caixas-de-ar condicionado e também para controlo do ruído proveniente desta zona. O arbusto utilizado foi o *Ficus nitida* (figura 4.19).



Figura 4.19 – Implementação de vegetação com a função de proteção visual e de contenção de ruído da área mecânica.

Neste espaço também foram propostas árvores, *Parkinsonia aculeata* e arbustos, entre os quais *Myrtus communis* e *Leucophyllum frutescens*.

Na área de estadia, em torno das aberturas para o piso inferior, onde se localiza o “espaço *Mezaninne*“, a barreira de segurança foi reforçada com a instalação de canteiros cuja vegetação acaba por articular os dois pisos. (figuras 4.20, 4.21).



Figura 4.20 – Pormenor da Área Estadia.



Figura 4.21 – Pormenor da Área estadia para a *Mezaninne*.

A área de contemplação (figura 4.22) é rodeada por canteiros contínuos, de formas orgânicas, plantados com espécies arbóreas de pequeno porte como é o caso da *Acacia farnesiana* e *Acacia arabica*, arbustos e subarbustos como as espécies *Vitex incisa* e *Lavandula angustifolia* e por trepadeiras como o *Jasminum sambac*. As diferentes formas e cores enriquecem o espaço com diversidade e com vários ambientes, o que suscita ao utente uma certa curiosidade e promove uma experiência diversificada de apreciação.



Figura 4.22 – Pormenor da Área Contemplação

Entre os percursos e as fachadas do edifício, propôs-se a instalação de um prado natural que se encontra a este e oeste do projeto.

No muro de suporte da piscina com cerca 1.60m de altura, bem como, na parede vertical, com cerca 2.70m de altura localizado a este e oeste do projeto, serão implementadas estruturas de suporte em aço inoxidável, onde serão plantadas espécies de trepadeiras (figura 4.23).



Figura 4.23 – Pormenor das trepadeiras e da parede verde.

A diferença entre as áreas de estadia e a de contemplação reside na utilização de diferentes pavimentos e no tipo de espaços verdes. Na área de contemplação o pavimento é constituído por laje de betão poroso de cor cinzenta (0.50x0.50x0.05m). São usadas linhas orgânicas nos canteiros e bancos, que proporcionam espaços de exploração e vistas diferenciadas para os espaços envolventes. A área de estadia é definida por linhas retas e ambientes intimistas. O

pavimento utilizado é também betão poroso, mas com uma diferente estereotomia (1x0.90x0.05m) criando assim uma diferenciação de espaços. (figura 4.24).

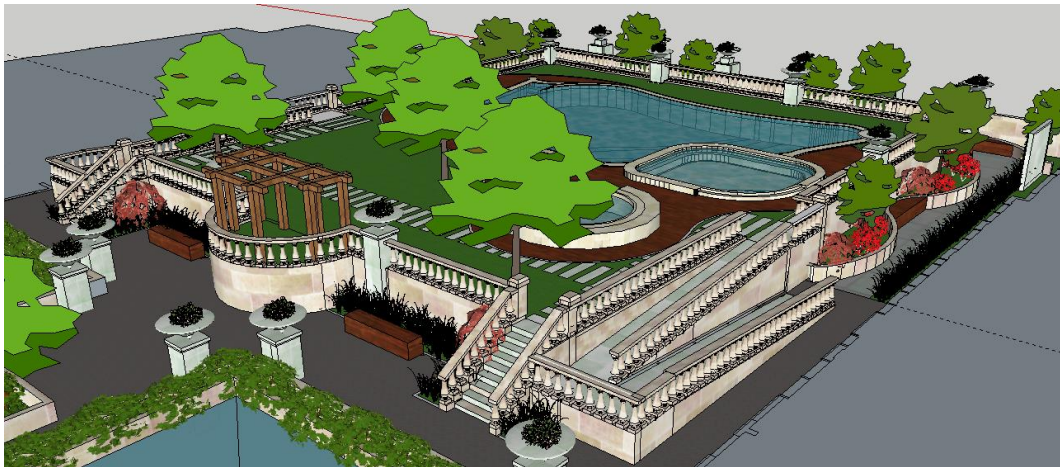


Figura 4.24 – Área de estadia a norte e área de contemplação a sul.

A zona da piscina (*Pool Deck*) é uma área de contemplação natural, convívio e relaxamento. A área é ocupada pela piscina e por uma zona de estadia envolvente onde se localiza uma pérgula. O revestimento do solo divide-se entre o *deck* de madeira, em torno do *jacuzzi* e piscinas para adultos e crianças e o relvado. A aplicação de madeira compósita na área das piscinas foi escolhida por responder positivamente à carga e aos diversos agentes erosivos como é o caso da água e das temperaturas elevadas. A madeira compósita é constituída por madeira e materiais de polipropileno ou PVC que permitem a longevidade e resistência de fatores externos (JULAR, 2016). O segundo revestimento é um relvado com baixas necessidades hídricas, adaptado ao clima, cuja composição corresponde à sementeira de uma única espécie, *Sporobolus spicatus*. Nesta área foram propostos elementos arbóreos da espécie *Azadirachta indica*, que proporcionam um ambiente de lazer e estadia confortável para os utilizadores do espaço (figura 4.25). O acesso a este espaço pode ser feito através de escadas ou rampas.



Figura 4.25 – Área de piscina.

A vegetação proposta é quase exclusivamente constituída por espécies autóctones, para que seja possível dá-las a conhecer à comunidade. A aplicação de vegetação autóctone da região contribui para a continuidade da flora local, mostrando como é possível desenhar e criar ambientes únicos com a sua aplicação. Outro dos motivos desta escolha, foi o facto de esta vegetação ser uma mais-valia em termos de custos de manutenção, uma vez que se encontra adaptada à região, não necessitando de tantos cuidados como espécies exóticas.

Propõe-se a utilização de *mulch* - casca de pinheiro - de modo a retardar o aparecimento de espécies invasoras e infestantes, mas também por uma questão estética. Na envolvente do *deck* de madeira serão introduzidas pedras brancas, de brita, com cerca 4cm de diâmetro.

Para todos os pavimentos são contabilizados o seu peso, a capacidade de drenagem, as forças horizontais, movimentos nelas exercidos e a qualidade do material para implementação adequada destes componentes no sistema de coberturas verdes.

Para além de bancos, o mobiliário inclui cinzeiros, bem como, papeleiras, obrigatórias em qualquer zona de estadia. Este mobiliário é colocado estrategicamente junto a alguns bancos quer na área de contemplação ou de estadia.

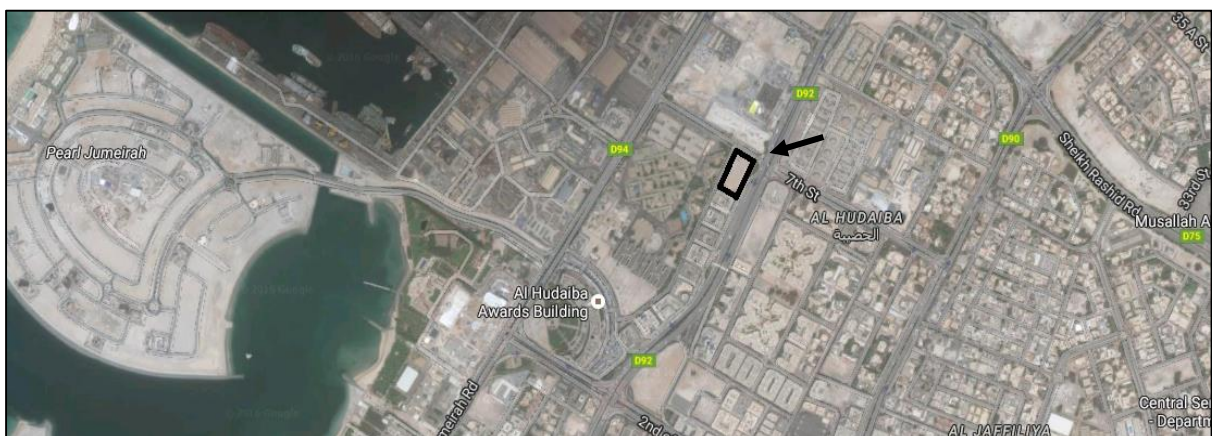
A iluminação proposta para o projeto é feita através de candeeiros de parede utilizando lâmpadas LED que estarão 1.40m altura do chão, ao logo das fachadas laterais das duas torres. O segundo tipo de iluminação utilizada são projetores de chão utilizando lâmpadas LED. Este

modelo encontra-se no redor do deck de madeira da piscina, no relvado e nos canteiros da área de contemplação e de estadia.

O sistema de rega das duas coberturas verdes (do 3º e 4º pisos), que coleta, reutiliza e filtra as águas domésticas proveniente dos efluentes do edifício, está localizado na área da piscina, enterrado por baixo do relvado. A rega por pulverizadores é realizada unicamente nos relvados. Nos restantes espaços está implementada rega gota-a-gota. Esta rede de rega prevê a instalação de um sistema automático, controlado por programadores. O sistema de reciclagem e filtragem que também pode ser acedido e programado (FLOTENDER, 2016).

4.3.2. Descrição do projeto G+4

A área de intervenção localiza-se nos Estados Árabes Unidos, no Emirato de Dubai, na área de Al Mina, encontra-se assinalada com um retângulo preto (figuras 4.26 e 4.27).



Figuras 4.26 e 4.27- Dubai; O retângulo preto assinala a área de intervenção, em Al Mina (Fonte: GOOGLE MAPS, 2016)

O Emirado do Dubai localiza-se a oeste dos Estados Árabes Unidos, delimitado a Oeste pela costa do Golfo pérsico de Omã e a Este pelo deserto. É conhecido pelos seus arranha-céus e implementação de novas tecnologias a nível construtivo.

O espaço de intervenção encontra-se no centro da cidade do Dubai, junto à estrada principal Al Mina. Na envolvente da área de intervenção é possível identificar um conjunto de equipamentos, como escolas primárias e centros comerciais. Este edifício terá um uso misto, residencial do 1º piso ao 4º piso e centro comercial no piso térreo (figura 4.28).



Figura 4.28 – Edifício G+4, localização das coberturas verdes (Fonte: MABANI CONSULTING, 2016)

O edifício G+4, distingue-se por ser um projeto multifacetado, tanto pelo *design* como pela organização do espaço, oferecendo diversas opções aos seus utilizadores, pois possui áreas de lazer, de reflexão, de estadia e de contemplação e zonas que promovem a socialização.

Para este edifício foi necessário desenvolver três coberturas, uma cobertura verde intensiva no topo do edifício (5º piso), que será um espaço a utilizar apenas pelos residentes e duas coberturas verdes, extensivas, localizadas no primeiro piso, de ambos os lados do edifício, que terão função ecológica e servem apenas para contemplação, já que a sua acessibilidade será unicamente para manutenção (figura 4.29).

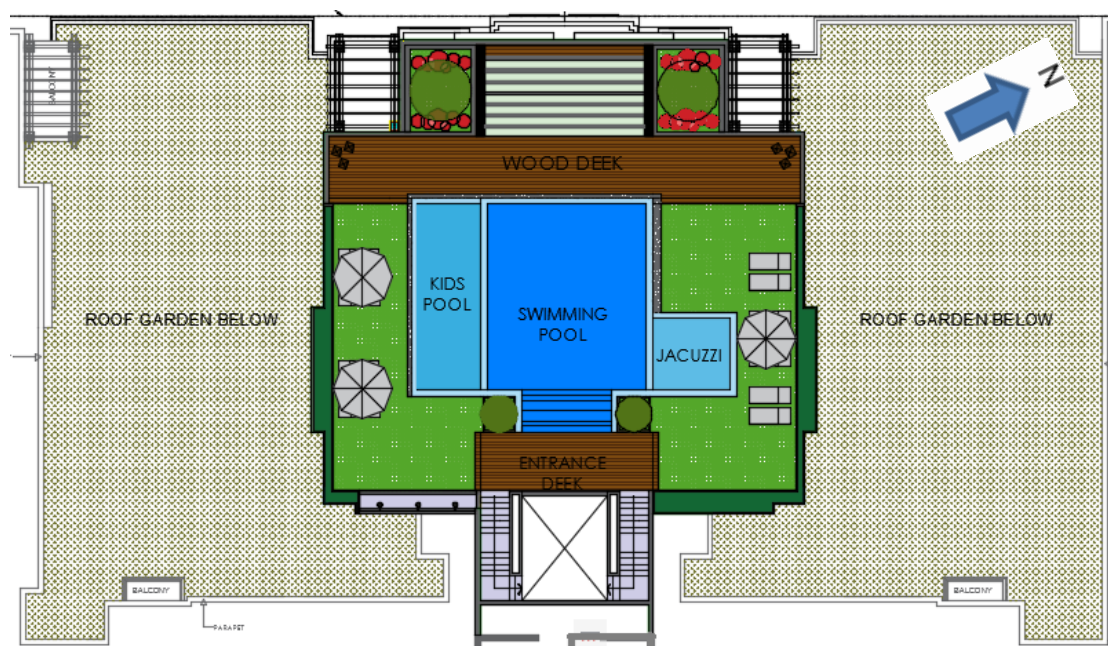


Figura 4.29 – Plano Geral G+4

As duas coberturas verdes extensivas serão constituídas por prados com crescimento reduzido, herbáceas e *sedum*. A sua adaptação a este tipo de solo e condições atmosféricas é ideal para este tipo de cobertura que tem uma função ecológica e de contemplação. As espécies utilizadas são *Chloris virgata*, *Boerhavia elegans*, *Teucrium stocksianum*, *Aizoon canriense*, *Salvia aegyptiaca* e *Farsetia stylosa*, entre outras.

A cobertura intensiva localizada no topo do edifício (5º piso) foi projetada com a intenção de dar a este espaço as funções de lazer, reflexão e social, permitindo que o utente se sinta isolado da agitação da vida urbana. Esta cobertura está dividida em três áreas, deck de entrada (*Entrance Deck*), área de recreação (*Pool area*) e deck de estadia (*Wood Deck*).

É um espaço com um único acesso (assinalado, na figura 4.29, pelas palavras *Entrance Deck*) onde a acessibilidade para utilizadores com mobilidade reduzida não foi pensada, dado que para aceder à cobertura deste edifício é necessária a utilização de escadas. No entanto o desenho deste projeto foi pensado para a eventualidade de ser necessário a implementação de acessos para este tipo de utilizadores e no futuro, poderão ser implementadas rampas no espaço, até 8% de inclinação. No *deck* de entrada é utilizado como pavimento a madeira compósita, constituída por materiais de polipropileno ou PVC e madeira que permitem a longevidade e resistência de fatores externos (JULAR, 2016). A iluminação neste espaço é feita por projetores de luz

embutidos na madeira, utilizando lâmpadas LED, cuja disposição facilita o percurso a ser feito no período noturno. Nesta cobertura verde (figura 4.30) faz-se um jogo de volumes através do *deck* de entrada e do *deck* de estadia (*Entrance deck, Wood Deck*), que se encontram elevados a cerca de 30 cm, criando mini cascatas para a piscina das crianças a oeste (figura 4.30-A), e a este (figura 4.30-B) caindo para uma estrutura constituída por pedras brancas com um sistema de captação das águas, com o objetivo de criar sons únicos neste espaço.



Figura 4.30 – Perspetiva Plano Geral G+4; com as mini cascatas a oeste (A) e a este (B)

No deck de estadia (*Wood deck*), abordando-se o conceito de *Lounge*, criou-se um espaço para garantir o conforto. Este espaço apresenta linhas retilíneas, criando múltiplos ambientes e vistas, tendo sido desenhados dois canteiros de cada lado, com dois exemplares arbóreos de pequeno porte, de *Schinus terenbinthifolius* e vegetação arbustiva, constituída por *Lavandula angustifolia*.

O pavimento a usar nesta área é a madeira compósita, adaptada para diversos fatores externos,

o que garante a durabilidade e resistência do material, pois contém uma série de tratamentos adequados para a temperatura, bem como aos efeitos da água e de cargas a que estará sujeito, esta escolha recaiu também pelo facto de este material ser agradável e confortável em termos de estadia. A iluminação é feita por cadeeiros e projetores localizados em redor dos *decks* de estadia, embutidos na madeira. Como a exposição solar nesta cobertura é direta optou-se pela implementação estratégica de uma pérgula coberta na área de *deck* de estadia (*Wood Deck*), para o conforto diurno.

A área de recreação (*Pool area*) contém *jacuzzi*, piscina para adultos e de crianças, bem como uma área de chuveiros na lateral esquerda do *deck* de entrada (*Entrance Deck*). Para criar um espaço intimista foi implementada uma sebe de *Ficus nitida* em redor do espaço e uma proteção em vidro no *deck* de estadia, com a função de proteção contra ruídos e ventos da envolvente. Neste espaço implementou-se um relvado com baixas necessidades hídricas, utilizando a espécie autóctone *Sporobolus spicatus*, nas laterais da piscina encontram-se dois pequenos canteiros, compostos por *Ficus panda*, estas espécies adaptam-se bastante bem a este tipo de temperaturas e a sua manutenção é baixa. (figuras 4.31 e 4.32).



Figura 4.31 – Perspetiva do projeto G+4, vista para Sul

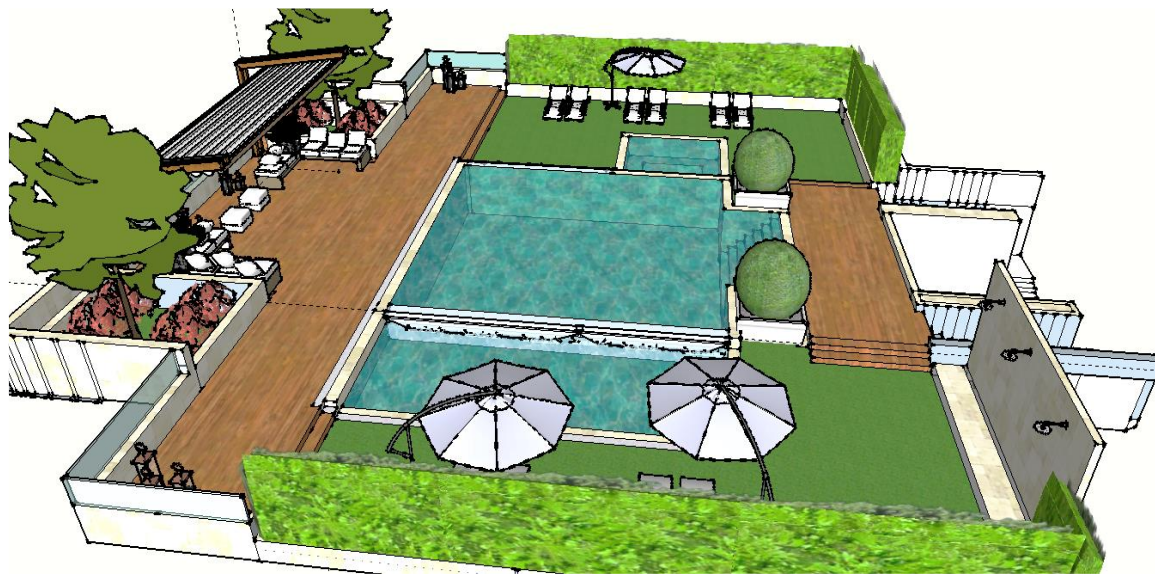


Figura 4.32 – Perspetiva do projeto G+4, vista para Norte

A iluminação é feita através de cadeiros e projetores de luz, localizados no interior das piscinas e *jacuzzi*, utilizando lâmpadas LED. Do mobiliário urbano fazem parte papeleiras, cinzeiros, espreguiçadeiras em torno da piscina e sofás próprios para descanso no *deck* de estadia (*Wood deck*).

O sistema de rega, que se encontra enterrado a Este da área de recreação por baixo do relvado, coleta, reutiliza e filtra as águas domésticas provenientes do efluentes do edifício, estando. São propostos dois tipos de rega para o espaço. Por pulverizadores para as áreas de relvado, por se considerar o método mais eficaz tendo em conta as suas características formais e a vegetação utilizada. Para os espaços onde se propõe vegetação com maior porte, como é o caso da vegetação arbórea e canteiros de espécies arbustivas, propõem-se rega gota-a-gota já que este é o método mais comum de rega para estas circunstâncias (em termos do clima e da vegetação utilizada). Prevê-se a instalação de um sistema automático controlado por programadores (FLOTENDER, 2016)

Para cada cobertura verde foi contabilizado o seu peso, a capacidade de drenagem, as forças horizontais e os movimentos nelas exercidos para execução adequada destas componentes das coberturas verdes e do sistema de rega.

4.4. Análise crítica

A participação no desenvolvimento destes projetos foi bastante positiva, desde a liberdade dada para o desenvolvimento do desenho, à disponibilização de conhecimento por parte de outras áreas profissionais.

Colocaram-se alguns desafios, nomeadamente alguma falta de conhecimento relativamente às funções e trabalho da arquitetura paisagista por parte do cliente, bem como, uma reduzida sensibilidade em relação à economia de uso dos recursos naturais e à implementação de vegetação autóctone. Estes desafios foram ultrapassados através de recomendações e sugestões do diretor do *atelier* Mohamed Sheikh Hesham Amin, através de demonstrações de exemplos atuais, e revelando e exibindo os ganhos que se poderiam obter.

Inicialmente, no projeto Fujairah, apenas foi pedido o desenvolvimento da área adjacente à piscina. Porém conseguiu-se alargar a área de intervenção acabando o projeto por incluir as áreas de estadia e de contemplação. O mesmo ocorreu com o projeto da cobertura G+4, onde as duas coberturas extensivas não estavam previstas. A equipa projetista conseguiu demonstrar que estas seriam uma mais-valia para o edifício.

Aquando a realização dos projetos, foi fácil perceber que o maior problema no Dubai é a visão e intenção dos clientes, que desejam relvados e espécies herbáceas e arbustivas que exigem rega abundante, próprias de climas onde a precipitação é uma constante. Contudo, dado o clima e a situação crítica de disponibilidade de água neste Emirado, este tipo de jardins não é sustentável pois os custos são demasiado elevados, tanto a nível económico como ambiental. Foi necessário demonstrar aos clientes era possível obter um projeto igualmente cativante com maior uso de espécies autóctones, que garantem o *genius loci* e possibilitam a criação de micro habitats, o que leva ao aparecimento de fauna nestes locais, como por exemplo, pássaros e insetos, criando um fluxo de continuidade entre a natureza e a cidade.

Em suma, a análise crítica ao trabalho é globalmente positiva e, apesar de todos os obstáculos e da dificuldade que foi transmitir a importância de um projeto de base sustentável, foi possível angariar conhecimento e capacidade de negociação através desta experiência.

CAPÍTULO 5 - CONCLUSÃO

O estágio desenvolvido na empresa Mabani Consulting foi gratificante, contribuiu para a aprendizagem, permitindo adquirir experiência no mercado de trabalho e melhorar os conhecimentos e o vocabulário técnico. Foi também uma aprendizagem significativa a preparação dada pelo *atelier* para as reuniões e o contacto direto com os clientes. Em todas as fases dos projetos desenvolvidos, houve abertura para expor opiniões e estratégias, sendo importante referir que as ideias dos colaboradores das diferentes áreas, como engenharia, arquitetura e design, foram bastante enriquecedoras para o desenvolvimento dos projetos.

Quanto aos projetos desenvolvidos (Fujairah, Mezzanine e G+4), percebeu-se que os principais obstáculos a vencer são o clima, que é seco e atinge temperaturas elevadas e a escolha dos elementos de vegetação, pois à maioria dos clientes não agradam as espécies autóctones. No entanto a experiência prática permite concluir que é possível encontrar soluções para estes obstáculos e perceber qual a melhor forma de os abordar com os clientes em questão.

Quanto ao Dubai, foi fácil concluir que esta região apresenta uma grande carência de espaços verdes e que as coberturas verdes são uma solução parcial, mas importante, para este problema. Pensa-se que o ideal seria que, para além da obrigatoriedade de instalação nos novos edifícios, se tornasse a sua implantação obrigatória em todos os edifícios mais antigos que suportassem a sua carga.

Outro problema identificado nesta região é a escassez de água, que pode comprometer o sucesso das plantações efetuadas nas coberturas. Neste sentido foram investigadas e implementadas soluções que permitem a reciclagem e reutilização das águas residuais geradas pelos próprios edifícios. A pesquisa permitiu concluir que existem várias soluções para a reciclagem e reutilização dos efluentes produzidos pelo próprio edifício e para instalação de sistemas de rega que usam exclusivamente água reciclada. Existem inclusivamente várias soluções técnicas já testadas e comercializadas que podem ser facilmente integradas no projeto de especialidades de engenharia. Os projetos desenvolvidos durante o estágio comprovam estas soluções.

A nível da implementação de coberturas verdes em situações de reduzida disponibilidade hídrica, as soluções, estratégias e respostas encontradas e apresentadas neste relatório procuram criar um maior equilíbrio entre a natureza e o meio urbano. Este foi um trabalho bastante enriquecedor, pois os resultados poderão contribuir positivamente para o projeto de outras coberturas e poderá ajudar a uma mudança de mentalidades, que é fundamental para se alcançar

o equilíbrio, a harmonia e biodiversidade entre as utilizações humanas e a natureza.

Pensa-se que, para além da incorporação destas medidas na prática corrente, o conhecimento atual relativamente às coberturas verdes no Dubai, poderá ser enriquecido com um estudo sistemático de coberturas já efetuadas, que correspondem a diferentes estratégias no uso da água e no elenco de vegetação escolhido, de modo, a se possam obter resultados comparativos que permitam identificar as melhores soluções. Estes resultados poderão contribuir para uma prática projetual mais sustentável e também para melhorar a legislação já existente.

BIBLIOGRÁFIA

Bibliografia de Referência

AL MAIDOOD, E. A. H. - **Green Building Regulations and Specifications: Practice Guide**. Dubai: Câmara Municipal do Dubai, 2011.

AL SHARHAN, A. S. e WOOD W.W. - **Developments in Water Science: water resources perspectives, evaluation, management and policy**. Amsterdão: ELSEVIER, 2003. ISBN-10: 0444515089.

ALVES, R. V. R. - **Uso Eficiente de Água em Edifícios, Tecnologia, Certificação, Incentivos Econômicos**. Porto: Dissertação de Mestrado - Faculdade de Engenharia Civil, 2010.

BADER, M. F. - **The Effects of Different Faucet Aerators on Bacterial Grow and Water Quality**. Dubai: Dissertação para obtenção de grau de mestre da Faculdade de Engenharia, da Universidade Inglesa do Dubai, 2011.

BAZZARELLA, B. B. - **Caracterização e aproveitamento de água cinza para uso não potável em edificações**. Brasil: Dissertação para obtenção de grau de mestre da Universidade Federal do Espírito Santo, 2005.

CÂMARA MUNICIPAL DO DUBAI - **Green Roof Manual- Guidelines for Planning, Execution & Maintenance of Green Roof Various Applications**. Dubai: Câmara Municipal do Dubai, 2011.

CHRISTOVA-BOAL, D., EDEN, R. E. e MACFARLANE, S. **An investigation into greywater reuse for urban residential properties: Desalination**. Vol.106, nº1-3,p.391-397. Wallongong, Austrália, 1996.

CIVIL DEFENCE FIRE CODE COUNCI. **UAE Fire and Life Safety Code of Practice**. Ministry of interior of United Arab Emirates U.A.E., 2011.

CONFERENCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. Rio de Janeiro,1992.

COSTA, F. L. e CUNHA, A. P. G.. **Pensar no Desenvolvimento a partir do local: Novo Desafio para os Gestores Públicos**. Rio de Janeiro: FGV, 2003.

COSTA, L. M. - **Espaços Verdes sobre Cobertura - Uma abordagem Estética e Ética**. Lisboa: Dissertação para obtenção de grau de mestre em Arquitetura Paisagista no Instituto Superior de Agronomia, 2010.

COUTINHO, A. C. M. - **Reutilização de águas: Utilização de águas cinzentas *in situ***. Vila Real de Trás os Montes: Tese para obtenção de doutoramento em Ciências de Engenharia na Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 2009.

D'SOUSA, U. J.. **The thermal performance of green roofs in the hot, humid microclimate**. Dubai: Dissertação para obtenção de grau de mestre em Ciência em Design Sustentável de Ambiente Construído Universidade de Inglaterra no Dubai, 2012.

DECLARAÇÃO POLITICA NA CIMEIRA MUNDIAL. **Desenvolvimento Sustentável**. Johannesburg, 2002.

DUNNETT, N. e KINGSBURY, N. - **Planting Green Roofs and Living Walls**. London: Timber Press, 2008. 978-0-88192-911-9.

EDWARDS, B. - **Rough Guide to Sustainability: A Design Primer**. Inglaterra: RIBA Publishing, 2005. ISBN 9781859465073.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Guidelines for Water Reuse**. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, 2004.

ERIKSSON, E., AUFFARTH, K., HENZE, M. e LEDIN, A. - **Characteristics of grey wastewater**. Vol, 4 n°1, p.85-104. Urban Water. Dinamarca: ELSEVIER.,2002.

FARRALL, H. e COSTA, F. P. - **Sessão prática, Curso de formação “Prosperidade Renovável – Coberturas Vivas I”**. Lisboa: Construção Sustentável – TironeNunes S.A., 2011.

FLL - **Guidelines for the Planning, Construction and Maintenance of Green Roofing – Green Roofing Guideline**. Germany: Research foundation for landscaping issues (FLL), 2008.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED NATIONS. FAO **Water for life**, The office biennial report. Zaragoza, 2013. [Consul. 10 Jan. 2016]. Disponível na internet: <URL: http://www.un.org/waterforlifedecade/pdf/unwdpac_biennial_report_2012_2013_eng.pdf>.

GEDGE, D. e FRITH, M. - **Green Roofs – Benefits and cost implications. A report for Sustainable Eastside**. Birmingham: Livingroofs.org em associação com Ecology Consultancy, 2004.

GOITIA, F. C. - **Breve História do Urbanismo**. Lisboa: Editorial Presença, 2008. ISBN: 9789722315418

GOMES, R. J. - **Informação técnica edifícios- Coberturas em terraço**. Lisboa: Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1981.

GREEN ROOF ORGANIZATION - **The GRO Green Roof Code: Green roof of Best Practice for the UK**. Scheffield: Groundwork Sheffield, 2011.

GRO - Green Roof Organisation. *The GRO Green Roof Code: Green roof of Best Practice for the UK*. Scheffiel: Groundwork Sheffield, 2011. [Consul. 15 Fev. 2016. Disponível na internet: <URL: http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=home.showFile&ep=file&fil=GRO_Green_Roof_Code.pdf>.

HESPANHOL, I. - **Reuso integrado a gestão de recursos hídricos; bases para planeamento**. Vitoria: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos (Vol.12), 1997.

MARTINS, F. D. P. - **Coberturas Verdes – Seu contributo para a eficiência energética e sustentabilidade**. Covilhã: Dissertação para obtenção do grau de Mestre da Universidade da Beira Interior, 2010.

MELO, F. M. J. - **Análise de sustentabilidade de Técnicas de Sistemas de Recolha de águas Pluviais em Grandes Estruturas**. Setúbal: Dissertação para obtenção de grau de Mestre em Construção do Instituto Politécnico de Setúbal, 2012.

MENDONÇA, P. - **Reuso de água em edifícios públicos – o caso da escola politécnica**. Salvador: Universidade Federal da Bahia-Escola Politécnica, 2004.

METCALF & EDDY, Inc., TCHOBANOGLIOUS, G., BURTON, F. L. e STENSEL, H. D.. **Wastewater Engineering: treatment and reuse**. 4ªed., Estados Unidos:McGraw-Hill. 2003. ISBN-10: 007124140X.

MONTAIGNE, F. - **Water Pressure**. National Geographic, Setembro de 2002. National Geographic, [Consul. 1 Fev. 2016]. Disponível na internet: <URL: <http://environment.nationalgeographic.com/environment/habitats/water-pressure/>>.

NOLDE, E. - **Urban Water-Greywater reuse system for toilet flushing in multi-storey buildings-over ten years experience in Berlin**. Germany: ELSEVIER, 1999.

NSW. **Guideline for sewer Residential Premises**. Single Households. Greywater Reuse. Australia Government,2008.

PECK, S., CALLAGHAN, C., KUHN, M. e BASS, B. - **Greenbacks from green roofs: forging a new industry in Canada status report on benefits, barriers and opportunities for green roof and vertical garden technology diffusion.** Canada: Mortgage and Housing, 1999.

RAMOS, S. J. - **Dubai Amplified: The Engineering of a Port Geography.** Inglaterra: Ashgate Publishing, 2010.

RAPOSO, Fausto M. F. - **Manual de boas práticas de coberturas verdes - Análise de casos de estudo.** Lisboa: Dissertação para obtenção de grau de mestre em Construção e Reabilitação do Instituto Superior Técnico, 2013.

ROLA, S. M. - **A maturação como ferramenta para a sustentabilidade de cidades: Estudo da capacidade do sistema de maturação em filtrar a água da chuva.** Rio de Janeiro: Tese para obtenção de doutoramento em Ciências em Planeamento Energético da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2008.

ROSSA, S. S. - **Contribuições para o uso mais eficiente de água no ciclo urbano. Poupança de água e reutilização de águas cinzentas.** Porto: Dissertação para obtenção de grau de mestre da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2006.

SAEID, E. J.. **Effect of Green Roof in Thermal Performance of the Building an Environmental Assessment in Hot and Humid Cimate.** Dubai:Dissertação para obtenção de grau de mestre em Ciência em Design Sustentável de Ambiente Construído Universidade de Inglaterra no Dubai, 2011.

SNODGRASS, E. e SNODGRASS, L. - **Green Roof Plants: A Resource and Planting Guide.** Portland: Timber Press Inc., 2006. ISBN-10: 0881927872.

STENDER, I. **Policy incentives for green roofs in Germany.** Green Roofs Infrastructure Monitor. Vol 4, nº 1, 2002.

UFFELEN, C. V. - **Façade Greenery - Contemporary Landscaping.** Suíça: Braun Publishing AG, 2011. ISBN 978-3-03768-075-9.

UNESCO. **The United Nations World Water Development Report - Water and Jobs.** United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, Paris. 2015. [Consult. 26 Fev. 2016] Disponível na internet:

<URL: <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/water/wwap/wwdr/2016-water-and-jobs/>>. ISBN 978-92-3-100146-8.

VARELA, A. F. S. - **A utilização de revestimentos de vegetação intensivos e extensivos em projeto de Arquitetura Paisagista em Cobertura**. Lisboa: Dissertação para obtenção de grau de mestre no Instituto Superior de Agronomia, 2011.

WATSON, P., WIENAND, N., e WORKMAN, G.. **Teaching Sustainability: A Valid Methodology for Addressing the Associated Problematic Issues**. p.908, 2009. ISBN 978-92-3-100146-8.

WEILER, S. e SCHOLZ-BARTH, K. - **Green Roof Systems: A guide to the planning, design, and construction of landscapes over structure**. New Jersey: Wiley, 2009. ISBN: 978-0-471-67495-5.

Bibliografia Consultada

ABIKO, A. K., Almeida, M. P. e Barreiros, M. F. (1995). **Urbanismo: História e Desenvolvimento**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil. Brasil, 1995

AL-JAYYOUSI, O. R. **Greywater reuse: towards sustainable water management Desalination**. Vol. 156, nº 1-3, p.181-192, 2003 [Consult. 12 Mar. 2016]. Disponível na internet:<URL: https://www.researchgate.net/publication/222400784_Greywater_reuse_Towards_sustainable_water_management>.

ASHTON, T. S.. **A revolução Industrial**. Publicações Europa – América, 1995. ISBN: 9789721019409.

BAPTISTA, J. M.. **Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água (Versão preliminar)**. Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território, Instituto da Água. Lisboa, 2001

BRUNDTLAND, G. H.. *Our Common Future*, Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento; in “ou *Desenvolvimento Rural: Desafio Utopia?*”. 1987. Coleção- Estudos para o Planeamento Regional e Urbano, n.º50, Centro de estudos Geográficos, coordenadora Cavaco, C. Lisboa, 1999.

CANTOR, S. L.. **Green Roofs In Sustainable Landscape Design**. New York; USA: Norton & Company,2008.

DIXON, A., BUTLER, D., FEWKES, A., e ROBINSON, M.. **Measurement and modelling of quality changes in stored untreated grey water**. Vol. 1, nº4, p. 293-306. Urban Water, 2000.

FRIEDLER, E. **Quality of individual domestic greywater streams and its implication on site treatment and reuse possibilities.** Environmental technology. Vol. 25, n°9, p.997-1008, 2010.

IGRA . *Implementing Green Roof Policies.* [ed.] International Green Roof Association. *Green Roof News.* 2011

LAZANOVA, V., HILLS, S. e BIRKS, R.. **Using recycled water for non-potable, urban uses: a review with particular reference to toilet flushing.** Water Science and Technology-water supply. Vol.3, n.º4. p 69-77.IWA Publishing. 2003

LOPES, J. **Classificação de coberturas em terraço- Uma abordagem ao tema.** LNEC. Lisboa, 2004

LUCKETT, K.. **Green Roof Construction and Maintenance.** McGraw-Hill Education (Verlag).2009 ISBN 978-0-07-160881-7.

MAGALHÃES, M.. **O Clima e o Microclima com Factores de Ordenamento do Território.** Provas de Aptidão Pedagógica e Capacidade Científica. U.T.L. S.A.P. Lisboa, 1992. (Cit in Silva, 2001).

MAGALHÃES, M.- **Morfologia da Paisagem.** Tese de Doutoramento em Arquitetura Paisagista. UTL/ISA. Lisboa,1996

RODRIGUES, M. H. M.. **Sistemas passivos na reabilitação de edifícios - as Coberturas com Vegetação como medidas de eficiência energética numa instalação de ensino superior.** Universidade do Algarve. 2012.

SANTOS-OLIVEIRA, J.. **A lagunagem em Portugal: conceitos básicos e aplicações práticas.** Edições Universitárias Lusófonas. Lisboa 1995. ISBN:9789728296018.

SILVA, S.. **Abordagem ao projeto de zonas verdes em cobertura – Aplicação ao caso prático do edifício FX.Center em Babelsberg.** Relatório do trabalho de fim do curso de Arquitetura Paisagista. ISA. 117pp. Lisboa,2001

SIMON, A.. **Environmental Development and Protection in the U.A.E..** Emirados Árabes Unidos, 2001.

TELLES, G. R.. **Plano Verde de Lisboa – Componente do Plano Director Municipal de Lisboa.** Ordenamento do Território. Lisboa, 1997.

Websites:

APREN - Associação Portuguesa de Energias Renováveis. [Consult. 15 Fev. 2016]. Disponível em: <URL:<http://www.apren.pt/>>.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA DO CANADÁ - Environment-Green Roofs. [Consult. 15 Jan. 2016]. Disponível em: <URL:<http://www.toronto.ca/greenroofs/index.htm>>.

ASTM - American Standards for Testing and Materials. . [Consult. 10 Jan. 2016]. Disponível em: <URL:<https://www.astm.org/>>.

CÂMARA MUNICIPAL DO DUBAI - Legislação. [Consult. 1 Fev. 2016]. Disponível em: <URL:<http://www.dm.gov.ae>>.

COMPANHIA AÉREA EMIRATES - Discover Dubai. Dubai: The Emirates Group. [Consult. Mar. 2016]. Disponível em: <URL:<http://www.emirates.com>>.

DEWA - Dubai Electricity & Water Authority. Governement of Dubai. [Consult. 20 Fev. 2016]. Disponível em: <URL: <http://www.dewa.gov.ae>>.

EMIRATES NEWS24 - News Emirates. Dubai: Media Incorporated. [Consult. Mar. 2016]. Disponível em: <URL:<http://www.emirates247.com>>.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. [Consult.10 Jan. 2016]. Disponível em: <URL:<http://www.fao.org>>.

FLOTENDER. - Greywater Irrigation Systems. Resources. Estados Unidos: Flotender. . [Consult. 10 Fev. 2016]. Disponível em: <URL:<http://www.flotender.com>>.

FUJAIRAH OBSERVER - News. Fujairah. [Consult. Mar. 2016]. Disponível em: <URL:<http://www.fujairahobserver.ae>>.

GOOGLE. MAPS – Google. [Consult. 25 Mar. 2016]. Disponível em: <URL: <https://maps.google.com/>>.

GREEN ROOF LLC - Green Roof Techonology Form and Function. [Consult. 15 Fev. 2016]. Disponível em: <URL:<http://www.greenrooftechnology.com/>>.

GOVERNO DE DUBAI - Legislação e leis. Dubai. [Consult. 20 Jan. 2016]. Disponível

em: <URL:<http://www.dcl.ae> , <http://www.dubaibuildings.dm.ae/> >.

GOVERNO DE NOVA YORK - Environment Programs and Initiatives in NYC. [Consult. 12 Fev. 2016]. Disponível em: <URL:<http://www1.nyc.gov/nyc-resources/programs.page>>.

IGRA - International Green Roofs Association. [Consult. 20 Fev. 2016]. Disponível em: <URL:<http://www.igra-world.com> >.

JULAR – Produtos de Madeira. [Consult. 5 Abr. 2016]. Disponível em: <URL <http://www.jular.pt/produtos/decks>>.

KHALEEJ TIMES - Dubai News. [Consult. Fev. 2016]. Disponível em: <URL:<http://www.khaleejtimes.com> >.

LIVEROOFS.ORG. - Making cities greener. Green Roofs. [Consult. 17 Jan. 2016]. Disponível em: <URL:<http://www.livingroofs.org> >.

MABANI CONSULTING - *Atelier* Dubai. [Consult. Jan. 2016]. Disponível em: <URL:<http://mabaniconsulting.com/> >.

METROLOGIA DE DUBAI - Dubai meteorologia. [Consult. Fev. 2016] . Disponível em: <URL:<http://dubaicruiseterminal.com/dubai-weather> >.

MINISTÉRIO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS E DO MEIO AMBIENTE - Emirados Árabes Unido. [Consult. Fev. 2016]. Disponível em: <URL:<http://www.moccae.gov.ae/en/home.aspx> >.

NEA - National Environment Agency. Singapura: Governo de Singapura. [Consult. 12 Fev. 2016]. Disponível em: <URL:<http://www.nea.gov.sg/>>.

NEOTURF - Construção e manutenção de espaços verdes. [Consult. 5 Mar. 2016] Disponível em: <URL: <http://www.neoturf.pt/> >.

ONU - Organização das Nações Unidas. Meio Ambiente. [Consult. 10 Jan. 2016]. Disponível em: <URL: [http:// www.un.org](http://www.un.org) >.

PELA NATUREZA. [Consult. 5 Jan 2016]. Disponível em: <URL: <http://pelanatureza.pt/>>.

REN - Redes Energética Nacional. Portugal. [Consult. Fev. 2016]. Disponível em: <URL:<https://www.ren.pt/>>.

SOPA - Sydney Olympic Park Authority. Governo da Australia. [Consult. Fev. 2016]. Disponível em: <URL: www.sopa.nsw.gov.au>.

THE NATIONAL UAE - Emirados Árabes Unidos News. [Consult. 10 Mar. 2016]. Disponível em: <URL:<http://www.thenational.ae/uae/heritage/fujairah-mosque-worthy-of-sheikh-zayeds-great-name>>.

TYNDALL CENTRE FOR CLIMATE CHANGE RESEARCH- Publications. Londres. [Consult. Fev. 2016]. Disponível em: <URL:<http://www.tyndall.ac.uk>>.

WEATHER – Temperatura. [Consult. 7 Abr. 2016]. Disponível em: <URL: www.weather2travel.com/>.

ZERO - Associação Sistema Terrestre Sustentável. [Consult. Jan. 2016]. Disponível em: <URL:<http://zero.org/>>.

ZINCO - Green roof Techonology. [Consult. Jan. 2016]. Disponível em: <URL: <http://www.zinco-greenroof.com/EN/index.php>>.

ANEXOS

Anexo 1- Projeto de Execução da Fujairah Espaço exterior - *Roof Top*; Espaço Interior –*Mezaninne*.

Peças desenhada, Espaço interior Mezaninne LA-01

01-Localização

02- Plano Geral 1:400

03- Plano Geral 1:150

04- Plano de Pavimentos e Iluminação 1:150

05- Plano de Plantação 1:150

06- Plano de Rega 1:150

07-Cortes e Perspetivas

Peças desenhadas, Espaço exterior- Roof top, LA-02

02-Plano Geral 1:250

03-Plano Geral 1:200

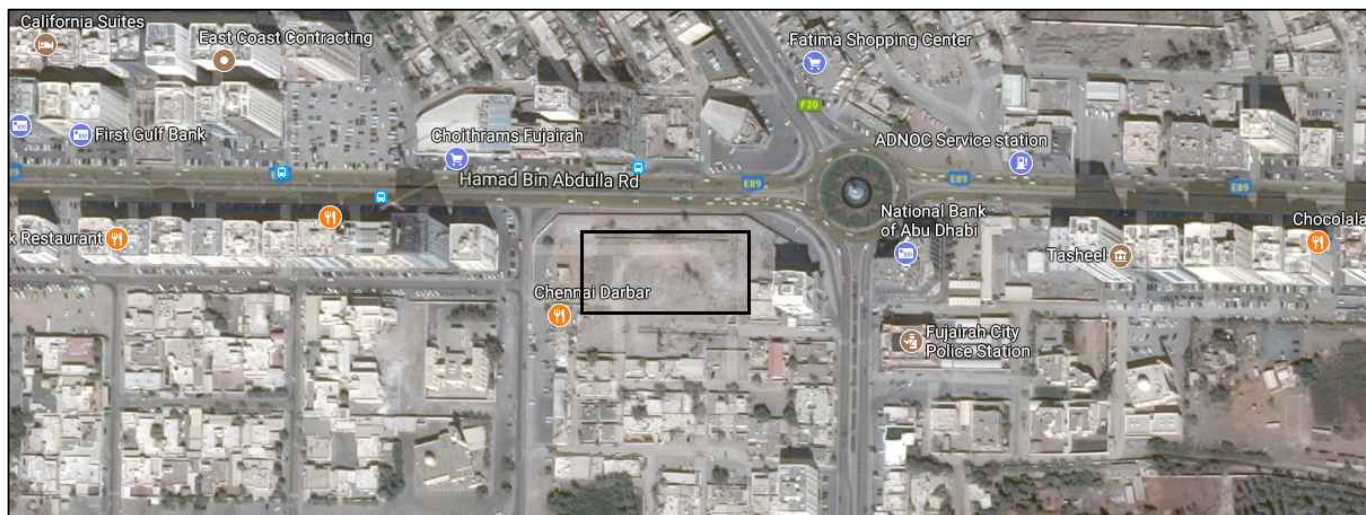
04-Plano de Pavimentos 1:200

05-Plano de Mobiliário e Iluminação 1:200

06-Plano de Plantação 1:200

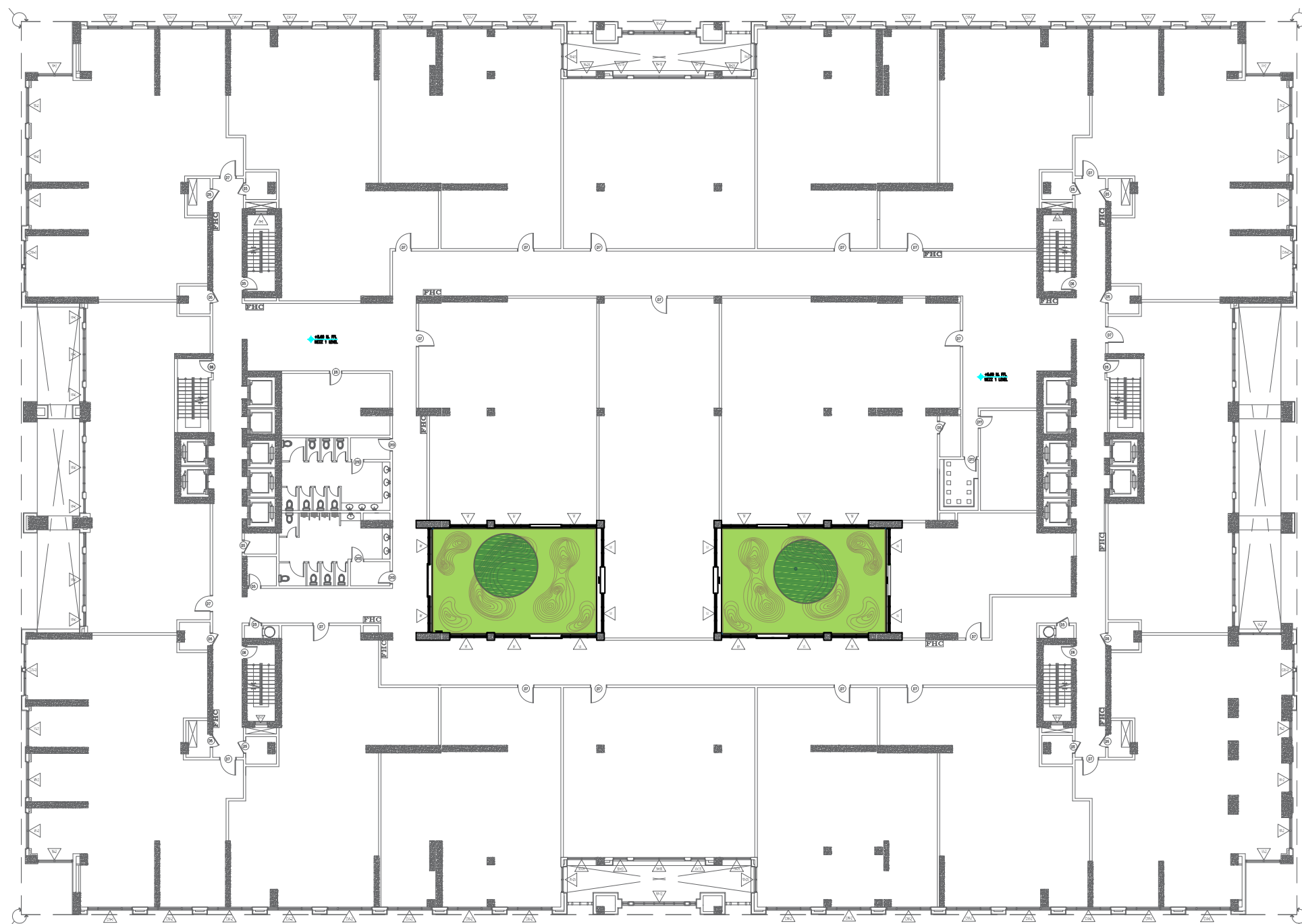
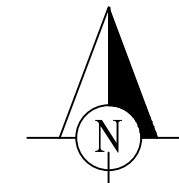
07-Plano de Rega 1:200

08- Cortes e Perspetivas



CONSULTANT:

<p>FUJAIRAH INVESTMENT ESTABLISHMENT</p>		
CITY	LOCATION	PLOT NO.
FUJAIRAH	MERASHID	A/1A
TYPE OF DRAWING:		
<p>Location Plan -Simple Intensive (Mezzanine) -Intensive (Outdoor)</p>		
SCALE	Project NO.	
DATE	30/11/2016	14/724
DRAWING BY	LGV	Drawing NO.
INSPECTED BY	HA	LA-01/LA-02
PROJECT STATUS	TENDER	SHEET NO.
DISCIPLINE	LA	01



CONSULTANT:

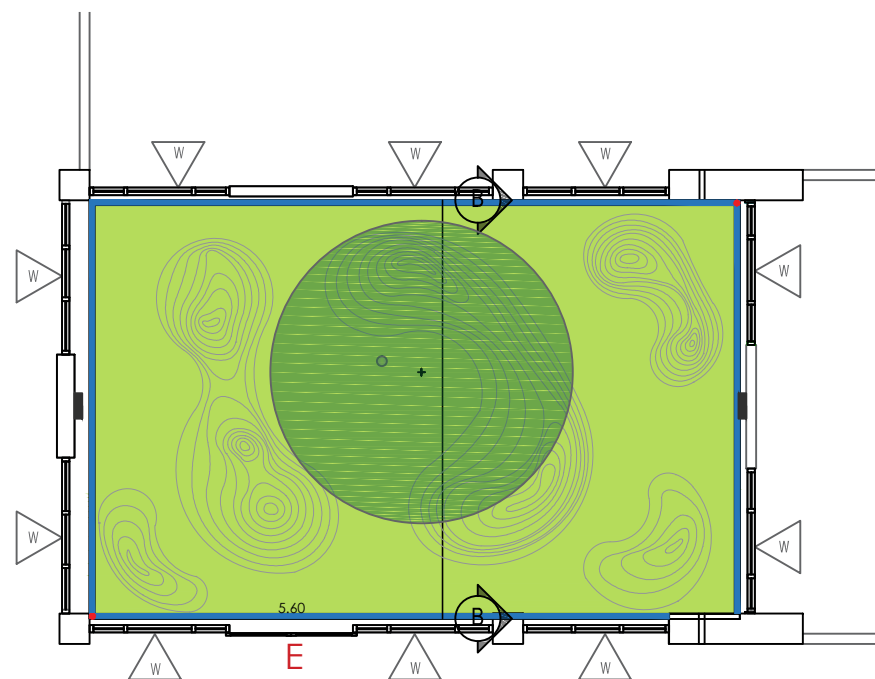
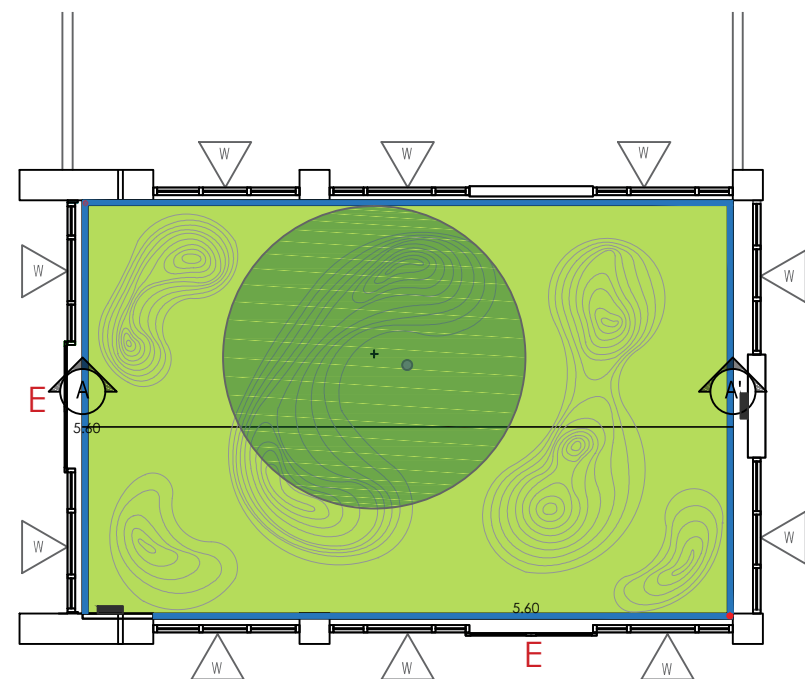
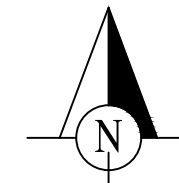


FUJAIRAH INVESTMENT ESTABLISHMENT

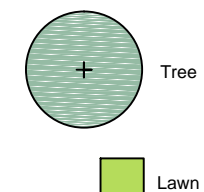
CITY	LOCATION	PLOT NO.
FUJAIRAH	MERASHID	A/1A

TYPE OF DRAWING:
General Plan

SCALE	1/400	Project NO.	14/724
DATE	30/11/2016	Drawing NO.	LA-01
DRAWING BY	LGV	SHEET NO.	02
INSPECTED BY	HA		
PROJECT STATUS	TENDER		
DISCIPLINE	LA		



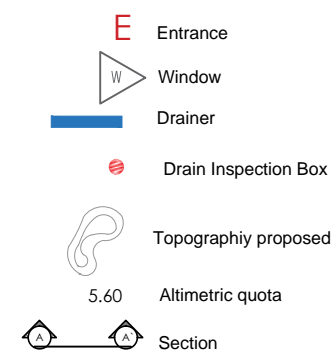
Vegetation



Urban elements



Other elements



CONSULTANT:



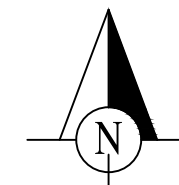
Fujairah, tel: 09 22 33 980 - Dubai, tel: 04 345 8455 - دبي هاتف: 04 345 8455 - فجيرة هاتف: 09 22 33 980

FUJAIRAH INVESTMENT ESTABLISHMENT

CITY	LOCATION	PLOT NO.
FUJAIRAH	MERASHID	A/1A

TYPE OF DRAWING:
General Plan

SCALE	1/150	Project NO.	14/724
DATE	30/11/2016	Drawing NO.	LA-01
DRAWING BY	LGV	SHEET NO.	03
INSPECTED BY	HA		
PROJECT STATUS	TENDER		
DISCIPLINE	LA		



Containment elements

Finishes

Steel sheet Corten thickness 0.007m

Urban elements

Wall lamp LED, Height 1.40m IP44.DE Intro

Spotlight tucked into the ground, SCHRÉDER-TERRAMIDI LED, Reguled IP67

Other elements

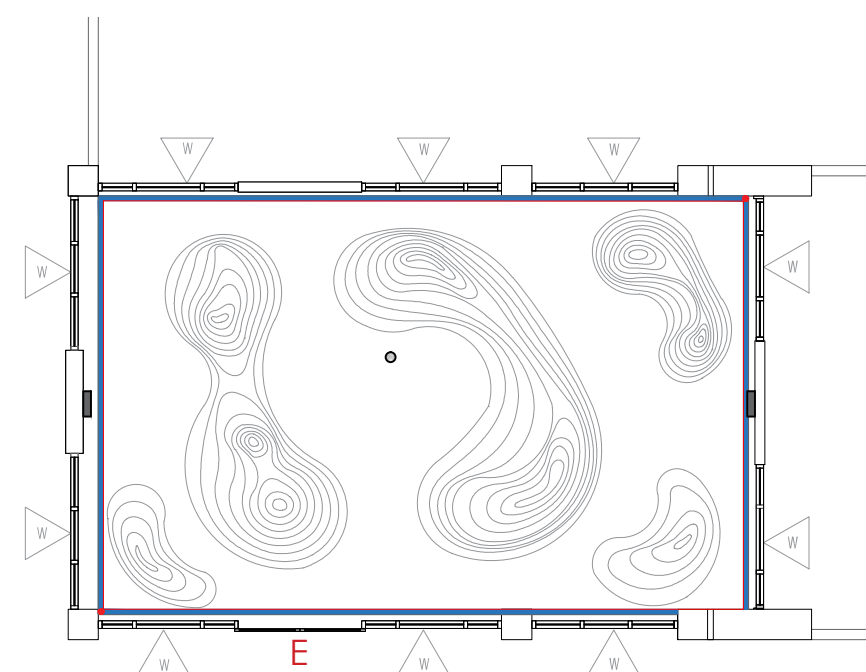
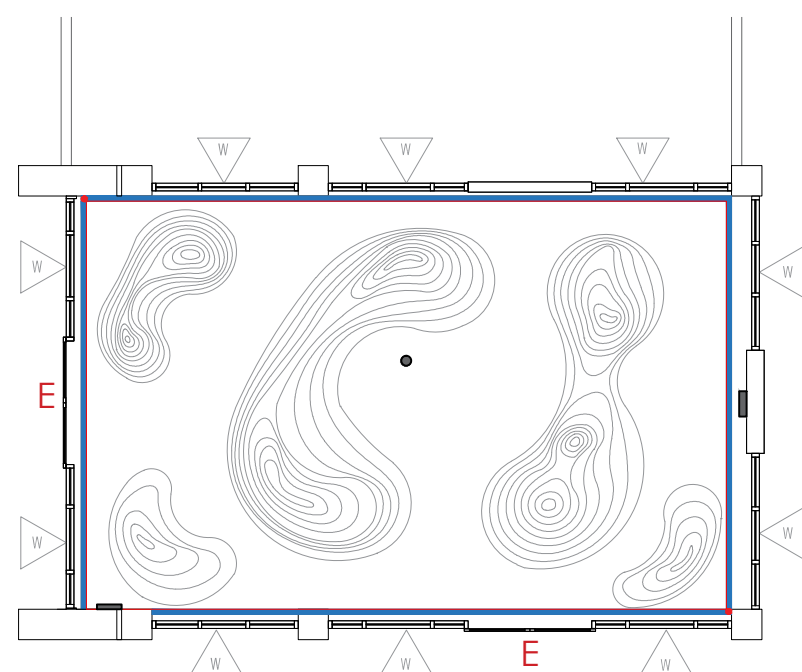
Linear Drainer of cast iron 0.10m width

Drain Inspection Box

Entrance

Window

Topography proposed, with equidistance 0.05m



CONSULTANT:



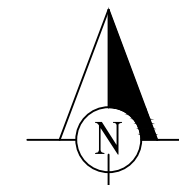
FUJAIRAH INVESTMENT ESTABLISHMENT

CITY	LOCATION	PLOT NO.
FUJAIRAH	MERASHID	A/1A

TYPE OF DRAWING:

Pavement Plan and Urban elements

SCALE	1/150	Project NO.	14/724
DATE	30/11/2016	Drawing NO.	LA-01
DRAWING BY	LGV	SHEET NO.	04
INSPECTED BY	HA		
PROJECT STATUS	TENDER		
DISCIPLINE	LA		



Floristic Cast

Arboreal

INITIALS	SCIENTIFIC NAME	COMMON NAME	PERIMETER OF THE TREE	QUANTITY
Aa	<i>Acacia arabica</i>	Acacia	6-8	2

Lawn

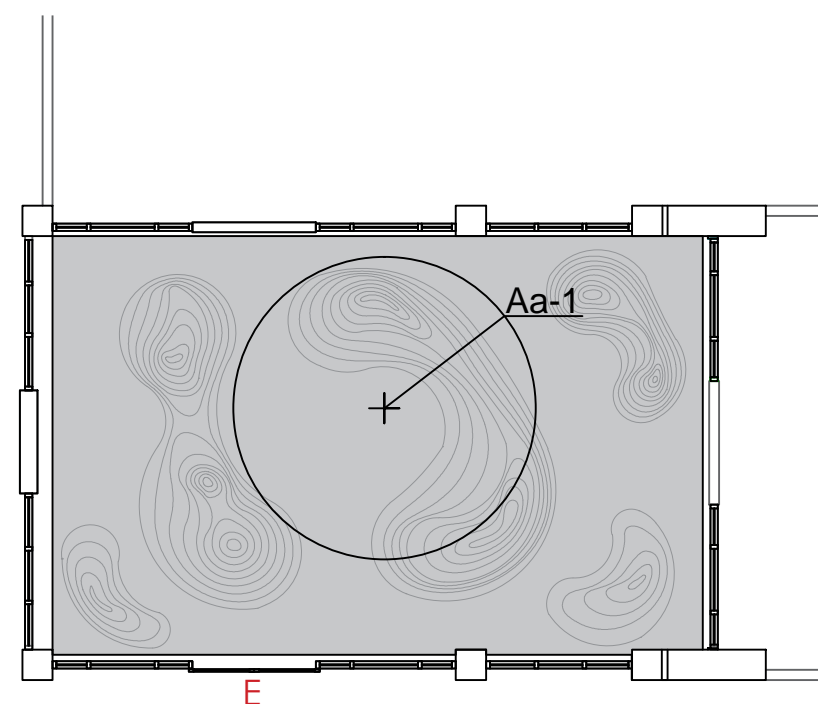
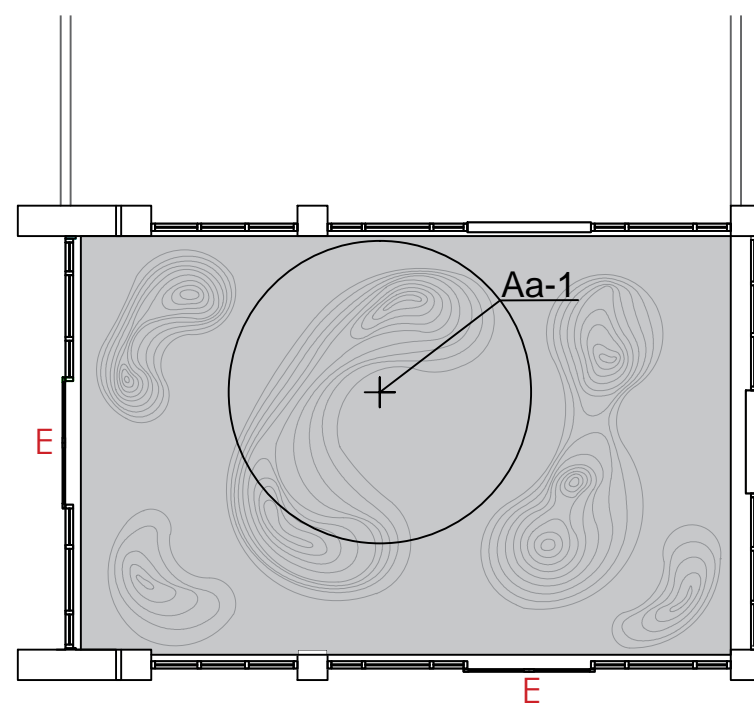
SCIENTIFIC NAME	QUANTITY
<i>Sporobolus spicatus</i>	215 m2

Other elements

E Entrance



Topography proposed, with equidistance 0.05m



CONSULTANT:

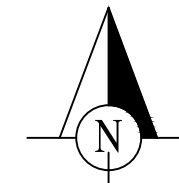
Fujairah, tel: 09 22 33 980 - Dubai, tel: 04 345 4455 - دبي هاتف: 04 345 4455 - فجيرة هاتف: 09 22 33 980

FUJAIRAH INVESTMENT ESTABLISHMENT

CITY	LOCATION	PLOT NO.
FUJAIRAH	MERASHID	A/1A

TYPE OF DRAWING:
Plantation Plan

SCALE	1/150	Project NO.	14/724
DATE	30/11/2016	Drawing NO.	LA-01
DRAWING BY	LGV	SHEET NO.	05
INSPECTED BY	HA		
PROJECT STATUS	TENDER		
DISCIPLINE	LA		



- Irrigation tube drop by drop black color with self-compensating drippers.
Built-in 0.35m in 0.35m, Ø 0.016m brown color, 4 bar
- Tube PET low density Ø0.025m 3/4" - 4 bar
- - - Tube PET low density, Ø0.025m 1/2" - 4 bar
- ⊗ Electromagnetic valve and Programmer
- Irrigation by Sprinkler
 - ▴ Sprinkler middle range, MP 1000 90°
 - ▾ Sprinkler middle range, MP 1000 180°
 - Sprinkler middle range, MP 1000 360°

SYSTEM FEATURES:

Irrigation by Sprinkler, Total water flow : 1.94 m³/h
 Irrigation drop by drop, Total water flow: 0.0022m³/h = 2.2l/h

- Other elements**
- E Entrance
 - + Tree location
 - W Window
 - Topography Proposed, with equidistance 0.05m

CONSULTANT:



Fujairah, tel: 09 22 33 980 - Dubai, tel: 04 345 4455 - دبي هاتف: 04 345 4455 - فجيرة هاتف: 09 22 33 980

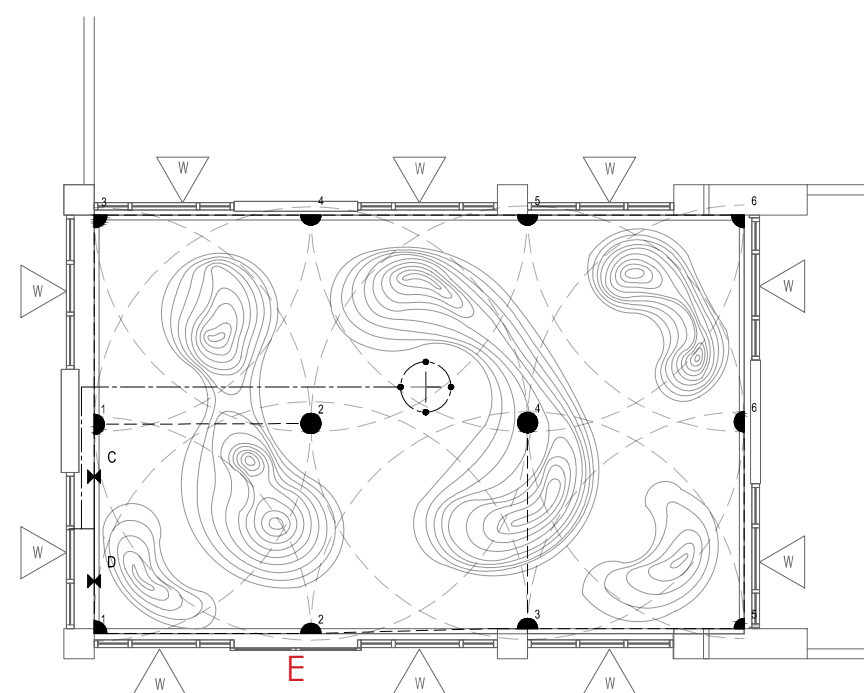
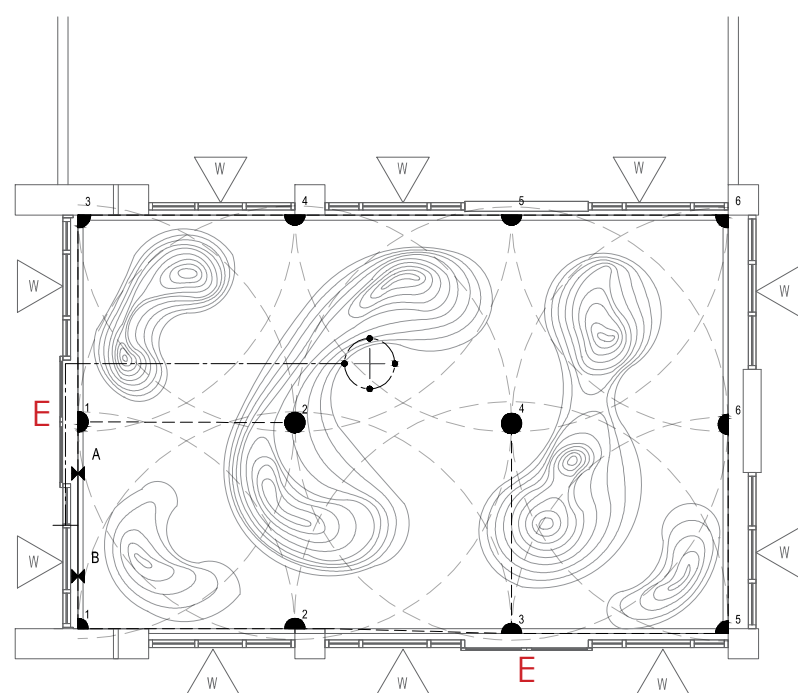
FUJAIRAH INVESTMENT ESTABLISHMENT

CITY	LOCATION	PLOT NO.
FUJAIRAH	MERASHID	A/1A

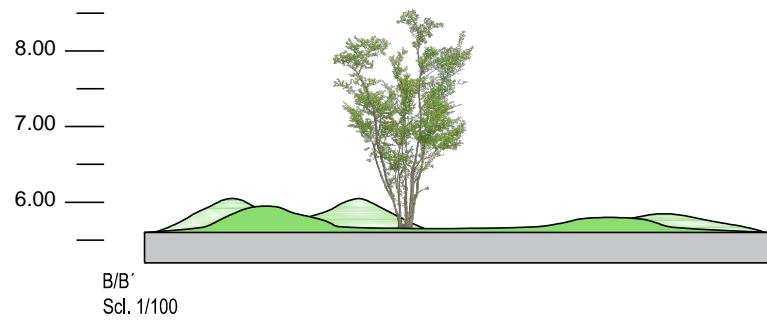
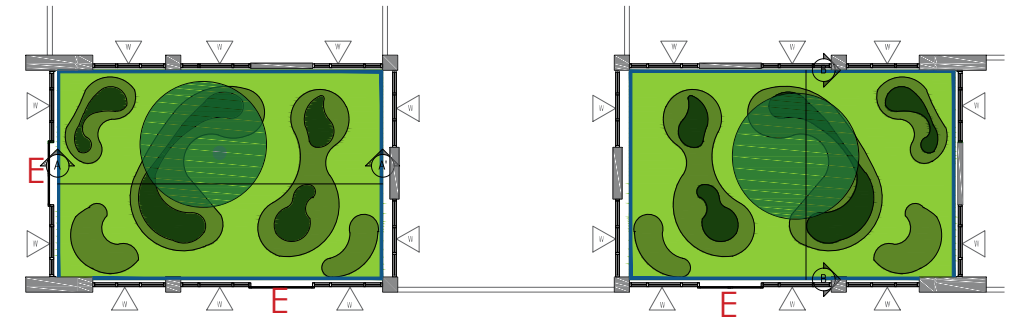
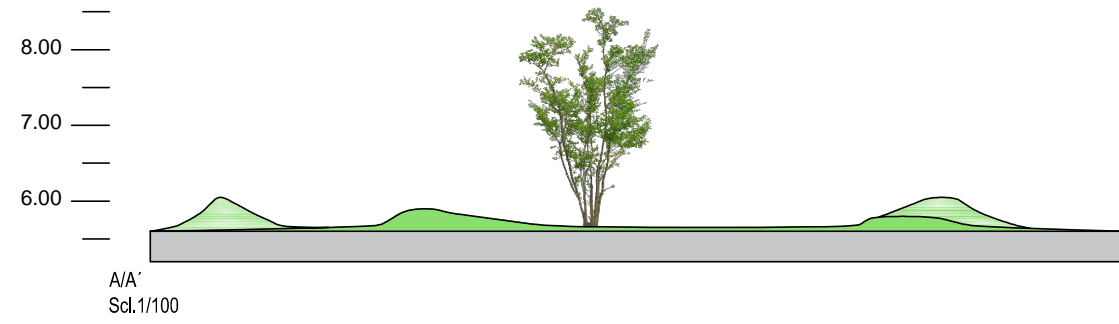
TYPE OF DRAWING:

Irrigation Plan

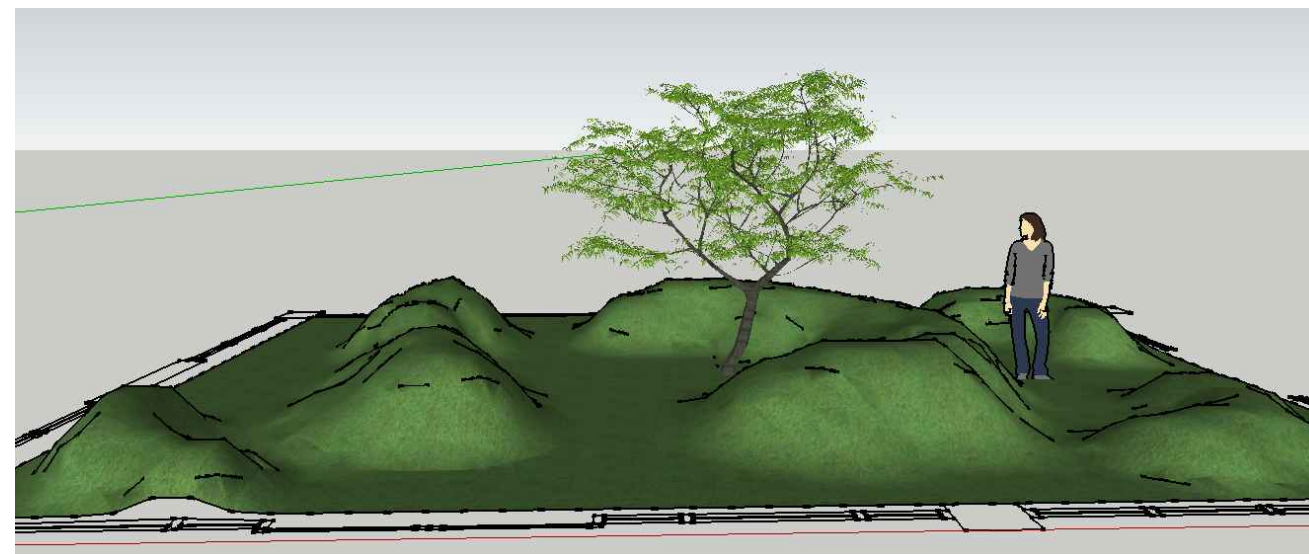
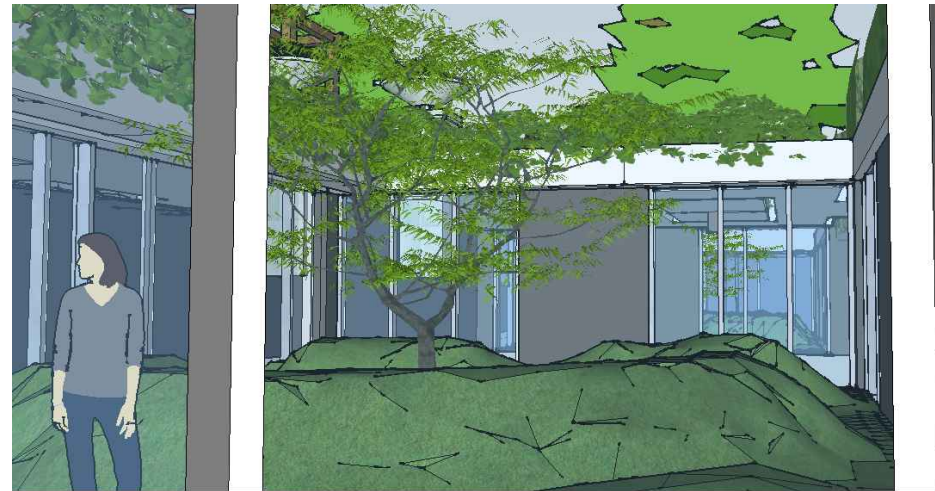
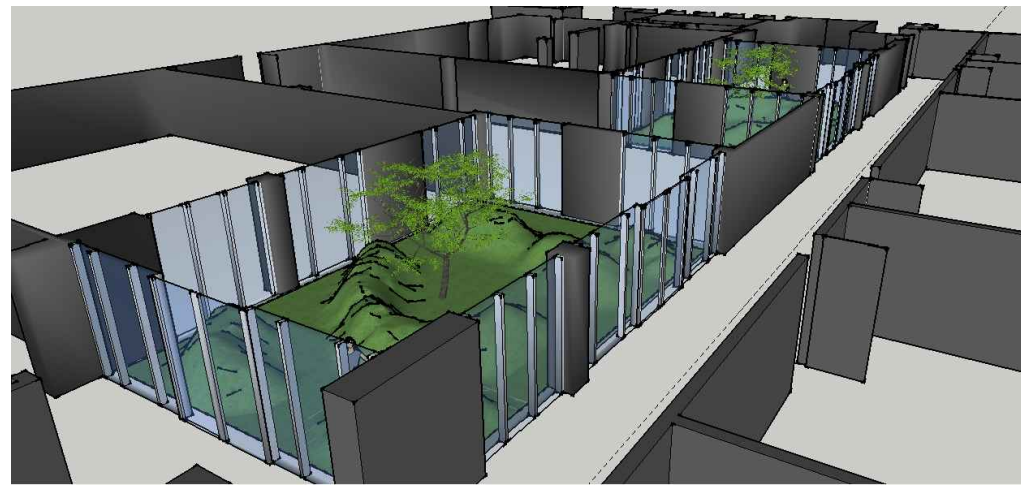
SCALE	1/150	Project NO.
DATE	30/11/2016	14/724
DRAWING BY	LGV	Drawing NO.
INSPECTED BY	HA	LA-01
PROJECT STATUS	TENDER	SHEET NO.
DISCIPLINE	LA	06



Sections



Perspectives



CONSULTANT:

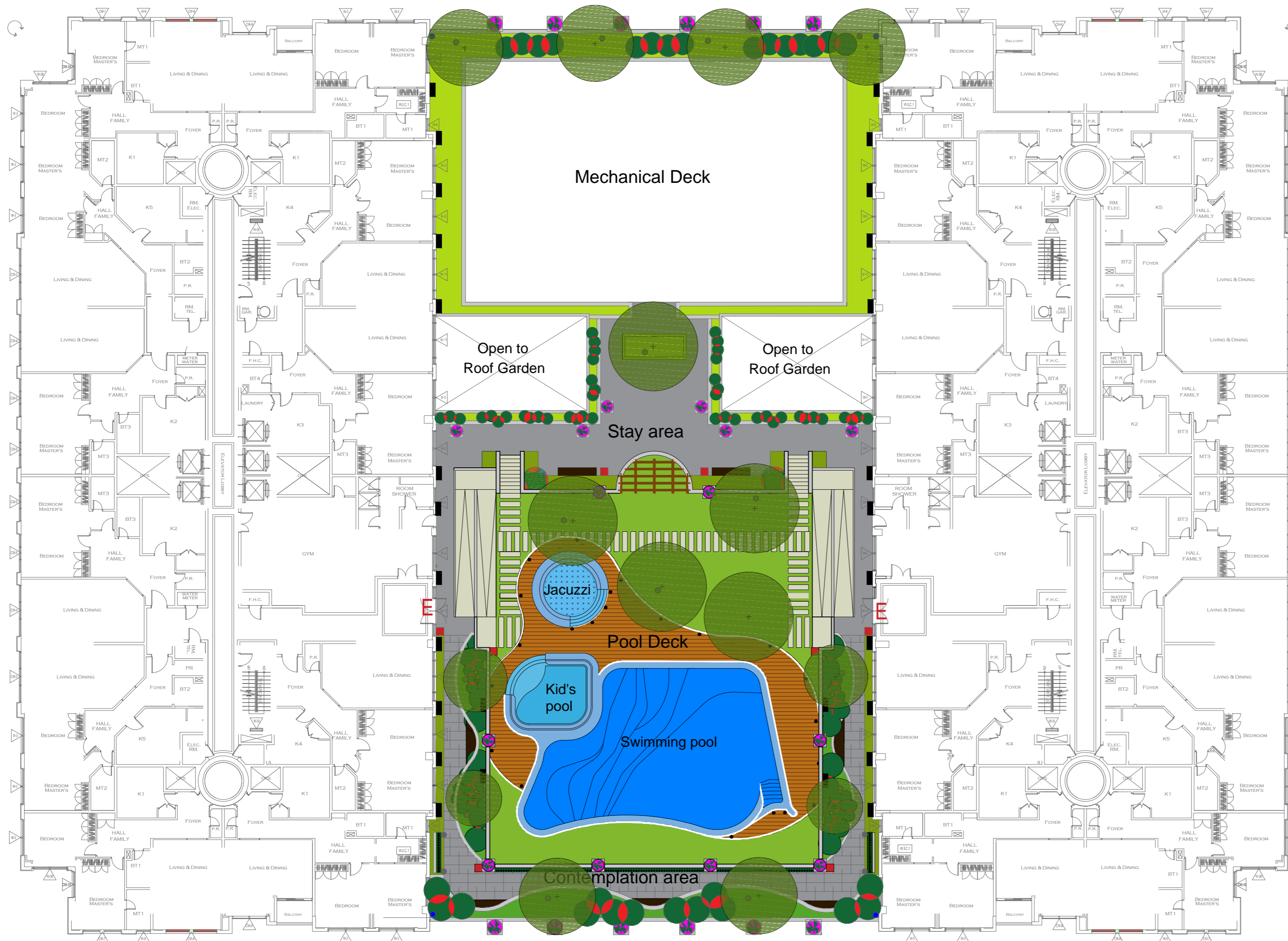
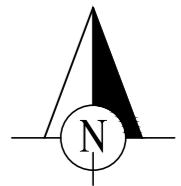
Fujairah, tel: 09 22 33 980 - Dubai, tel: 04 345 9455 - الجيرة: هاتف: ٩ ٢٢ ٣٣٩٨٠ - دبي: هاتف: ٠٤ ٣٤٥ ٩٤٥٥

FUJAIRAH INVESTMENT ESTABLISHMENT

CITY	LOCATION	PLOT NO.
FUJAIRAH	MERASHID	A/1A

TYPE OF DRAWING:
Sections and Perspectives

SCALE	DATE	30/11/2016	Project NO.	14/724
DRAWING BY	LGV		Drawing NO.	LA-01
INSPECTED BY	HA		SHEET NO.	07
PROJECT STATUS	TENDER			
DISCIPLINE	LA			



CONSULTANT:

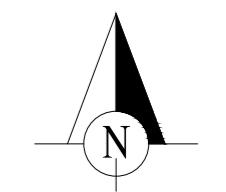
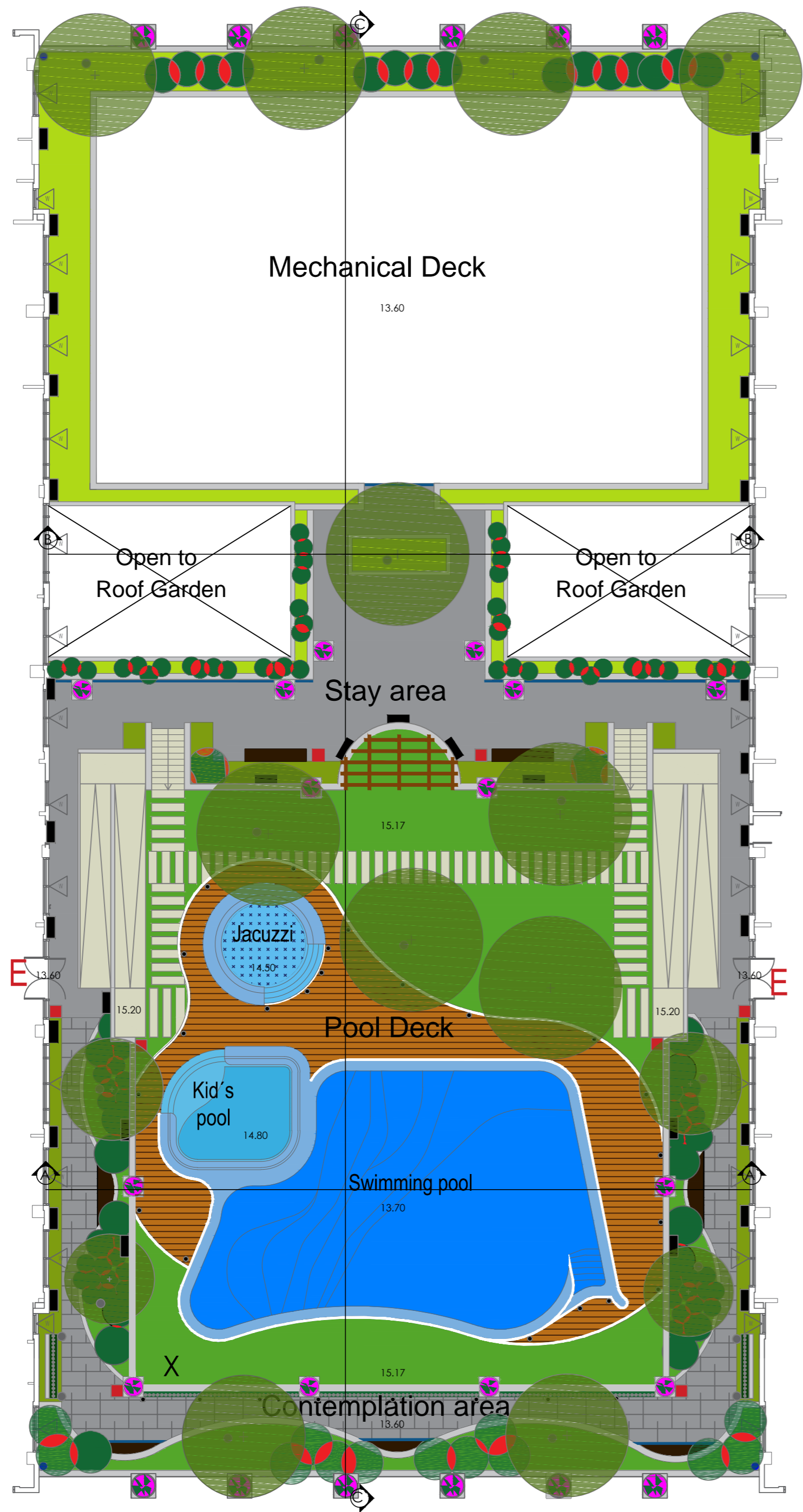
mabani consulting مبانى للاستشارات
 Fujairah, tel: 09 22 33 960 Dubai, tel: 04 345 4433
 الفجيرة هاتف: ٠٩ ٢٢ ٣٣ ٩٦٠ دبي هاتف: ٠٤ ٣٤٥ ٤٤٣٣

FUJAIRAH INVESTMENT ESTABLISHMENT

CITY	LOCATION	PLOT NO.
FUJAIRAH	MERASHID	A/1A

TYPE OF DRAWING:
General Plan

SCALE	1/250	Project NO.	14/724
DATE	30/11/2016	Drawing NO.	LA-02
DRAWING BY	LGV	PROJECT STATUS	TENDER
INSPECTED BY	HA	SHEET NO.	02
DISCIPLINE	LA		



Space Organization

- Mechanical Deck
- Stay Area
- Contemplation Area
- Pool Deck

Vegetation

- Arborea
- Shrub
- Herbaceous
- Meadow
- Lawn
- Climbers

Paviments

- PERMEABLE**
- Porous concrete slab, Gray color 1x0.90x0.05m
 - Porous concrete slab, White color 0.50x0.50x0.05m
 - Porous concrete slab, Gray color 0.50x0.50x0.05m
 - Wood Deck
 - Porous concrete slab, White color 1.60x0.40x0.05m

Urban elements

- Wood bench
- Trash Basket
- Spotlight
- Lamp

Other elements

- Wood Pergola
- Elevated flowerbed
- Ramp
- Stairs
- Drainer
- Drain Inspection Box
- White stones, Ø 0.05m a 0.10m
- Stainless steel support for the Climber plants
- Entrance
- Window
- Wall
- Altimetric quota
- Section
- Domestic waters Treatment Location

CONSULTANT:

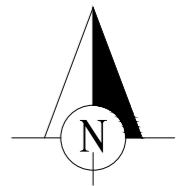
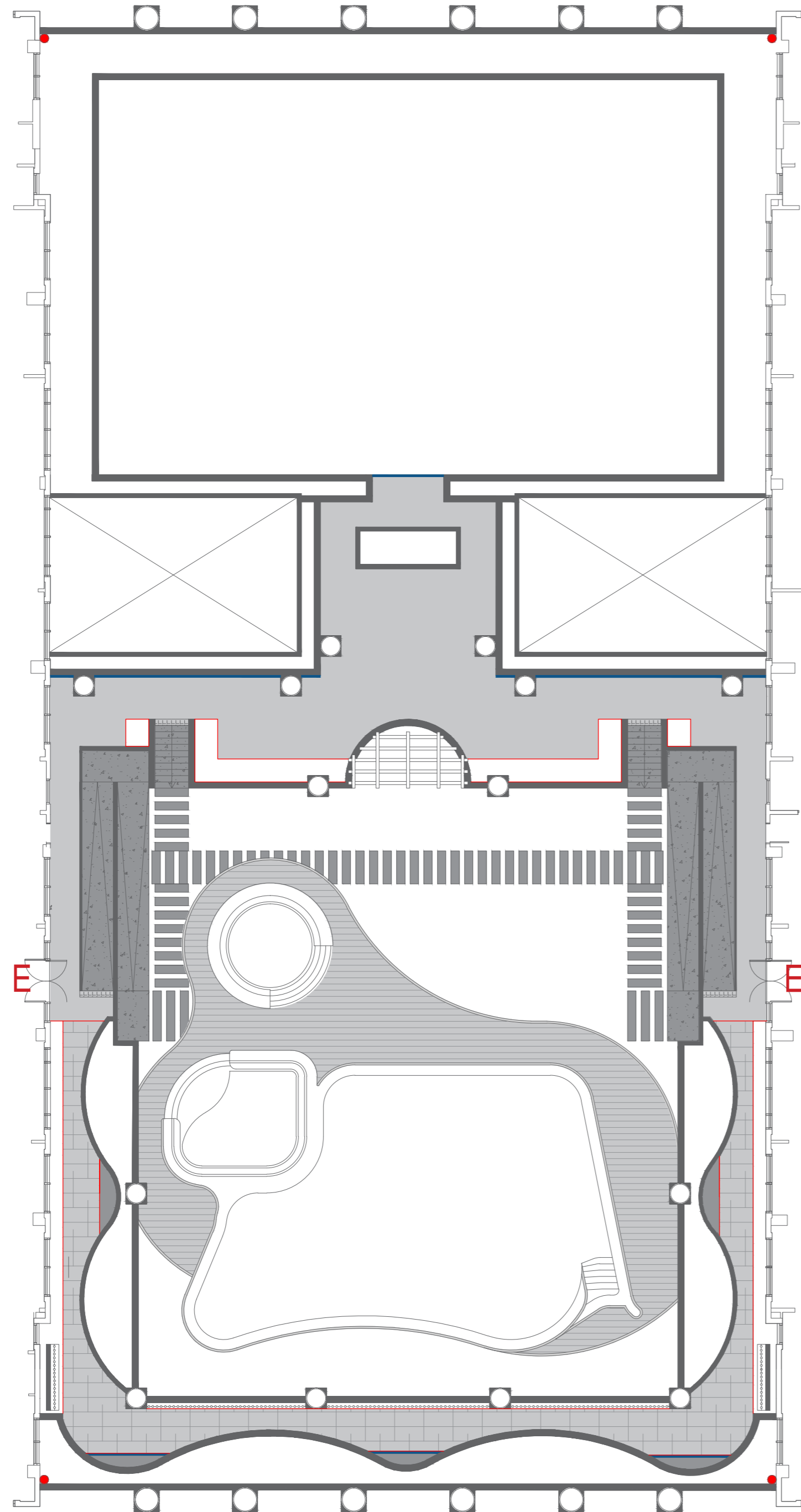


FUJAIRAH INVESTMENT ESTABLISHMENT

CITY	LOCATION	PLOT NO.
FUJAIRAH	MERASHID	A/1A

TYPE OF DRAWING:
General Plan

SCALE	1/200	Project NO.	14/724
DATE	30/11/2016	Drawing NO.	LA-02
DRAWING BY	LGV	SHEET NO.	03
INSPECTED BY	HA		
PROJECT STATUS	TENDER		
DISCIPLINE	LA		



Paviments

- PERMEABLE**
- Porous concrete slab, Gray color 1x0.90x0.05m
 - Porous concrete slab, Gray color 0.50x0.50x0.05m
 - Porous concrete slab, White color 1.60x0.40x0.05m
 - Composite and treated wood Deck, varnish finish
 - Porous concrete slab, White color 0.50x0.50x0.05m
 - White Stones, Ø 0.05m-0.10m
- Finishes**
- Steel sheet Corten thickness 0.007m

Containment elements

- Concrete wall

Elements that promote accessibility

- Non-slip coating
- Approach range with different texture

Other elements

- Wood Pergola Built "in situ"
- Elevated flowerbed
- Stainless steel support for the Climbers plants
- Ramp
- Stairs
- Drain inspection Box
- Linear drainer of cast iron 0.10m width
- Entrance

CONSULTANT:

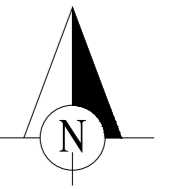
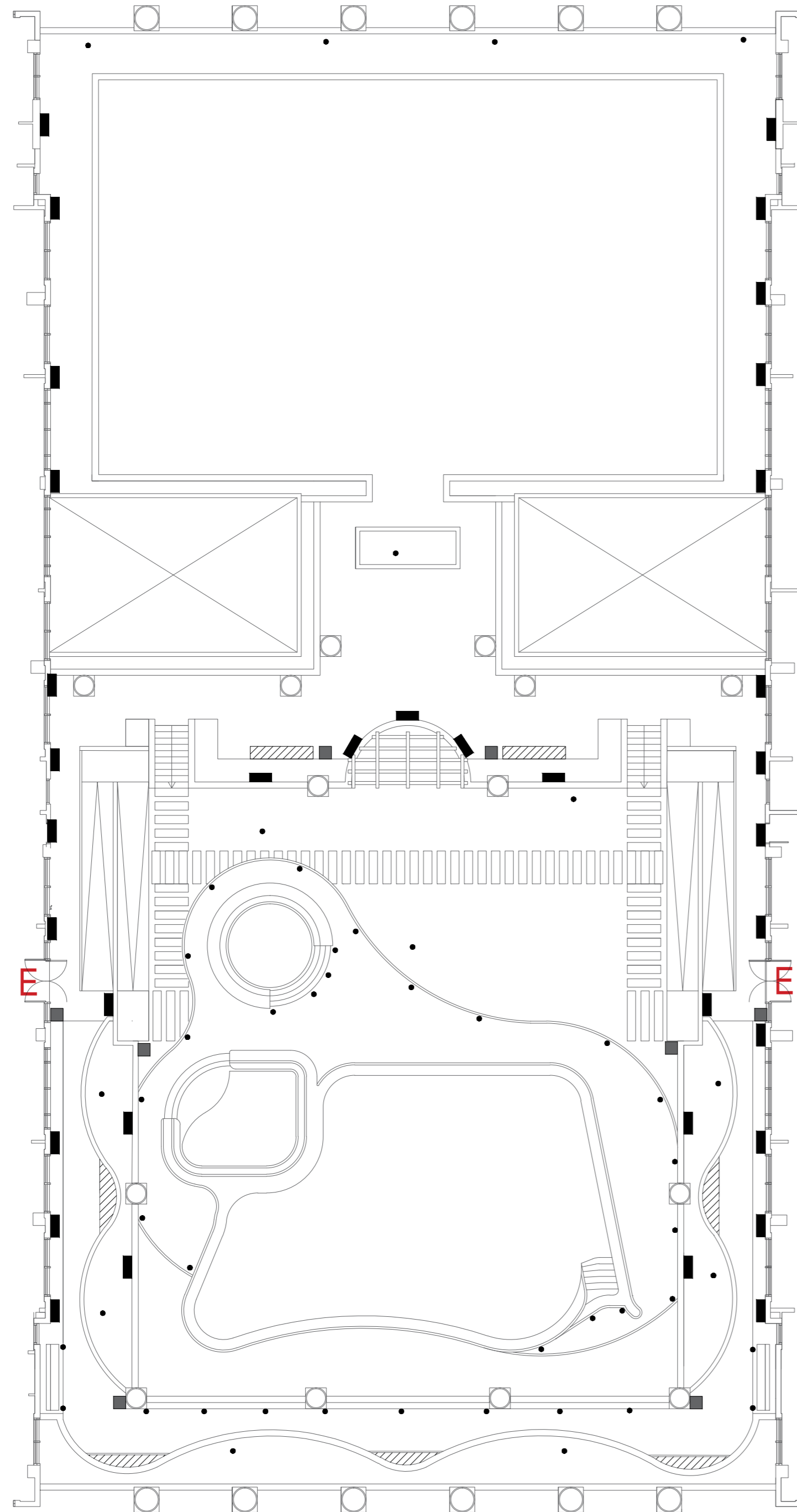


FUJAIRAH INVESTMENT ESTABLISHMENT





CITY	LOCATION	PLOT NO.
FUJAIRAH	MERASHID	A/1A

TYPE OF DRAWING:
Pavement Plan



SCALE	1/200	Project NO.	14/724
DATE	30/11/2016	Drawing NO.	LA-02
DRAWING BY	LGV	SHEET NO.	04
INSPECTED BY	HA		
PROJECT STATUS	TENDER		
DISCIPLINE	LA		



Urban elements

-  Wood bench built "in situ"
-  Recycle trash basket made of stone, ashtray made of galvanized sheet, capacity of 50L
-  Wall lamp LED, Height 1.40m IP44.DE Intro
-  Spotlight tucked into the ground, SCHRÉDER-TERRAMIDI LED, Reguled IP67

Other elements

-  Elevated flowerbed
-  Entrance

CONSULTANT:

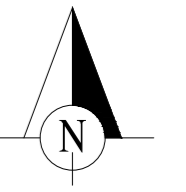
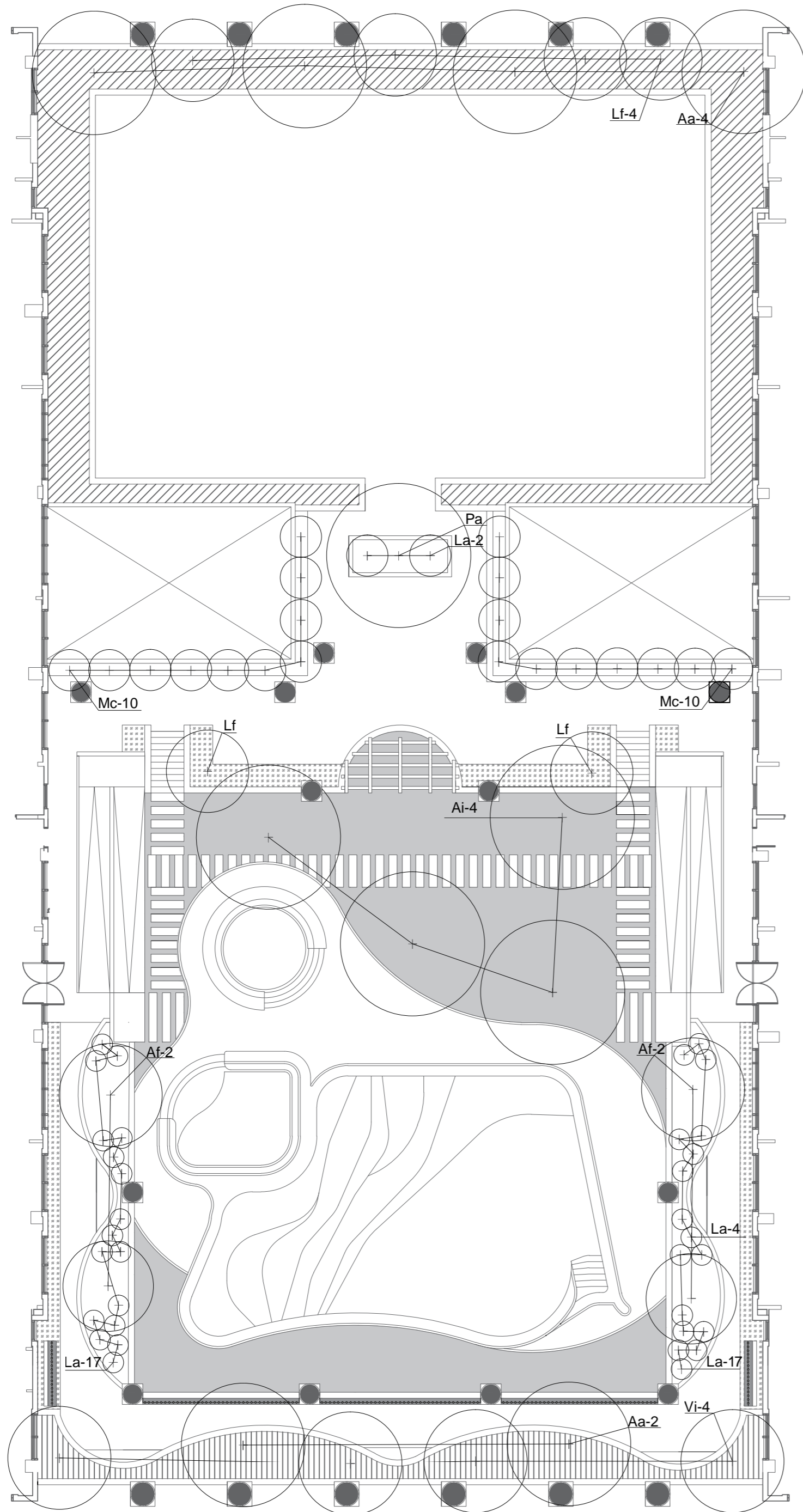


FUJAIRAH INVESTMENT ESTABLISHMENT

CITY	LOCATION	PLOT NO.
FUJAIRAH	MERASHID	A/1A

TYPE OF DRAWING:
Urban Elements Plan

SCALE	1/200	Project NO.	14/724
DATE	30/11/2016	Drawing NO.	LA-02
DRAWING BY	LGV	SHEET NO.	05
INSPECTED BY	HA		
PROJECT STATUS	TENDER		
DISCIPLINE	LA		



Floristic cast

Arboreal

INITIALS	SCIENTIFIC NAME	COMMON NAME	PERIMETER OF THE TREE	QUANTITY
Aa	<i>Acacia arabica</i>	Acacia	6-8	6
Af	<i>Acacia farnesiana</i>	Mimosa farnesiana	4-6	4
Ai	<i>Azadirachta indica</i>	Neem	5-8	4
Pa	<i>Parkinsonia aculeata</i>	Palo verde	5-8	1

Shrub

INITIALS	SCIENTIFIC NAME	COMMON NAME	PERIMETER OF THE TREE	QUANTITY
Fn	<i>Ficus Nitida</i>	Indian Laurel Fig.	2-3	178 m2
Fp	<i>Ficus Panda</i>	Ficus tree	1	56 m2
La	<i>Lavandula angustifolia</i>	Lavender	1-2	34
Lf	<i>Leucophyllum frutescens</i>	Silverleaf	2-8	6
Mc	<i>Myrtus communis</i>	Myrtle	3-4	20
Vi	<i>Vitex incisa</i>	Sagarai	1	4

Herbaceous

SCIENTIFIC NAME	QUANTITY
<i>Alyssum maritima</i>	20.4 m2

Meadow

SCIENTIFIC NAME	QUANTITY
<i>Chloris Virgata</i>	46.15 m2


Climbers

SCIENTIFIC NAME	QUANTITY
<i>Jasminum sambac</i>	23 m2

Lawn

SCIENTIFIC NAME	QUANTITY
<i>Sporobolus spicatus</i>	262 m2

Other elements

-  Elevated flowerbed
-  Entrance

CONSULTANT:

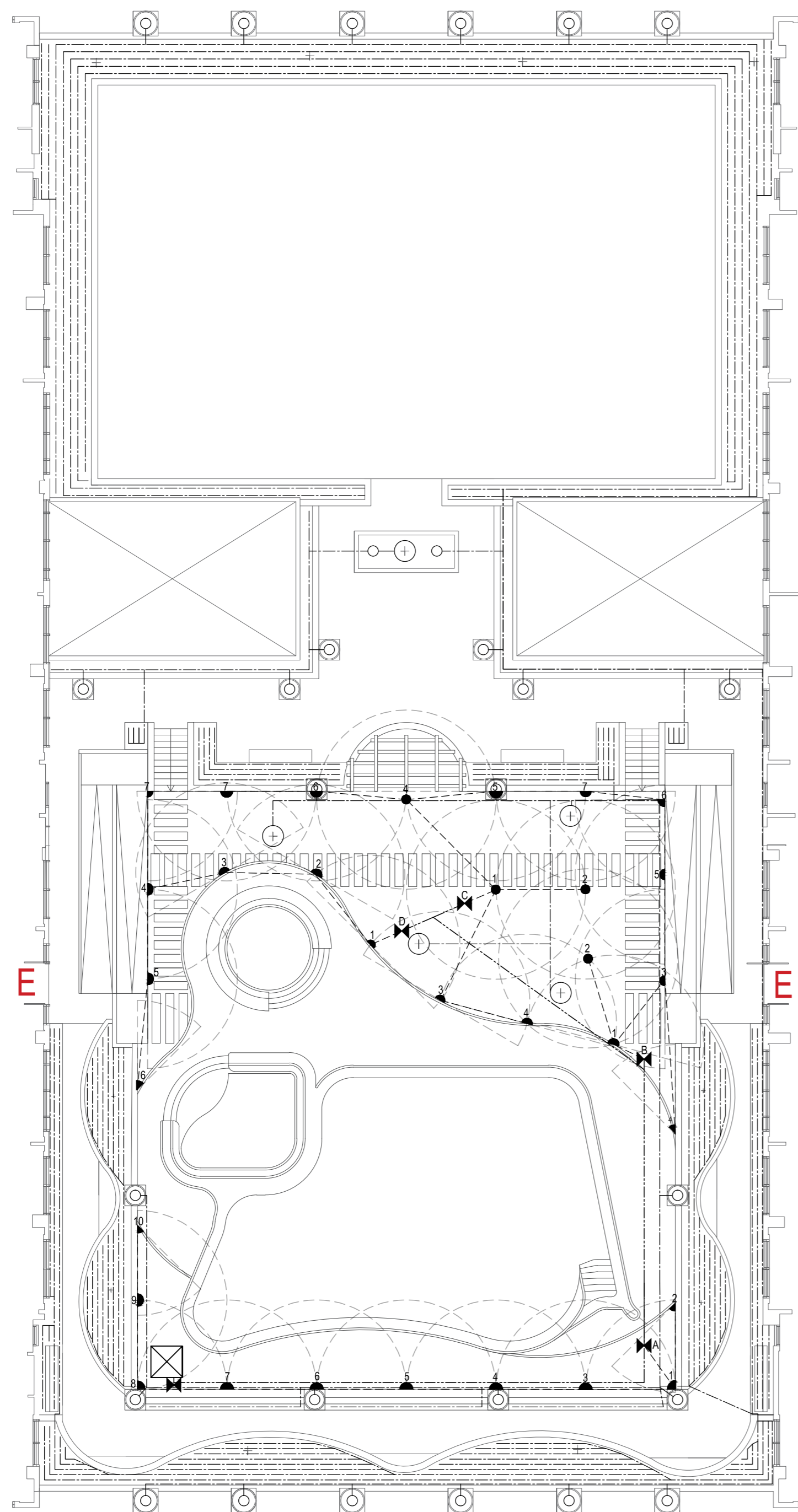
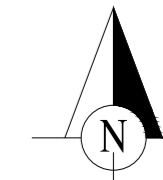


FUJAIRAH INVESTMENT ESTABLISHMENT

CITY	LOCATION	PLOT NO.
FUJAIRAH	MERASHID	A/1A

TYPE OF DRAWING:
Plantation Plan

SCALE	1/200	Project NO.	14/724
DATE	30/11/2016	Drawing NO.	LA-02
DRAWING BY	LGV	SHEET NO.	06
INSPECTED BY	HA		
PROJECT STATUS	TENDER		
DISCIPLINE	LA		



⊠ Domestic waters Treatment Location

----- Irrigation tube drop by drop black color with self-compensating drippers. Built-in 0.35m in 0.35m, Ø 0.016m brown color, 4 bar

----- Tube PET low density, Ø0.025m 3/4" - 4 bar

----- Tube PET low density Ø0.025m 1/2" - 4 bar

⊞ Electromagnetic valve PGV - 9V and Programmer

● Irrigation by Sprinkler

▲ Sprinkler with adjustable nozzle 90°, MP 1000

▲ Sprinkler with adjustable nozzle 180°, MP 1000

● Sprinkler with adjustable nozzle 180°, MP 1000

● Sprinkler with adjustable nozzle 360°, MP 1000

SYSTEM FEATURES:

Irrigation By Sprinkler MP1000, Total water flow : 2.85 m³/h

Drop by drop Irrigation, Total water flow: 0.0022 m³/h =2.2l/h

Other elements

E Entrance

+ Tree location

CONSULTANT:



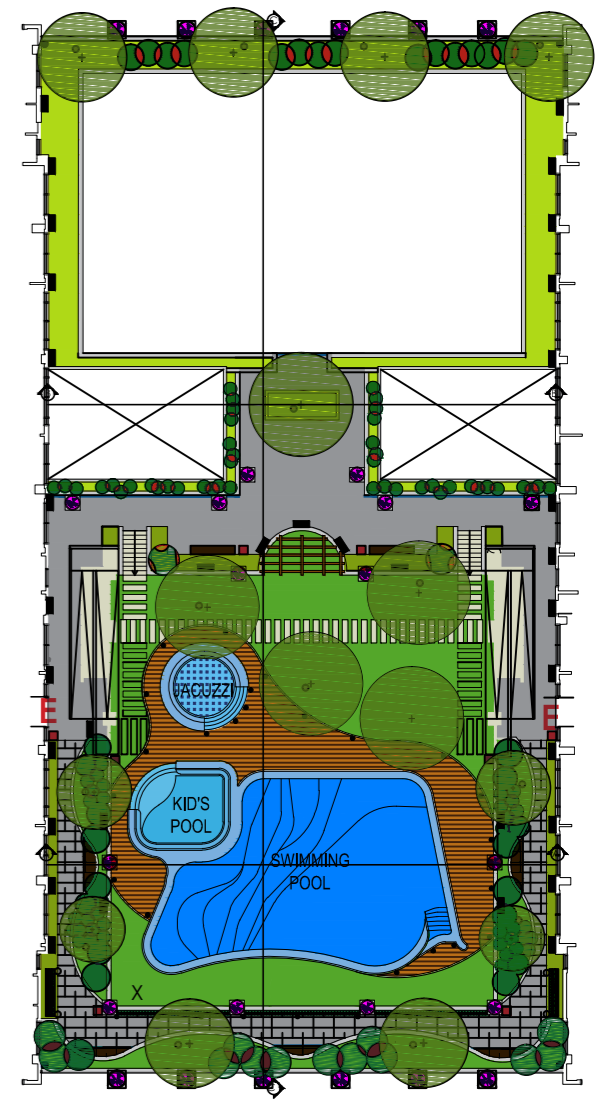
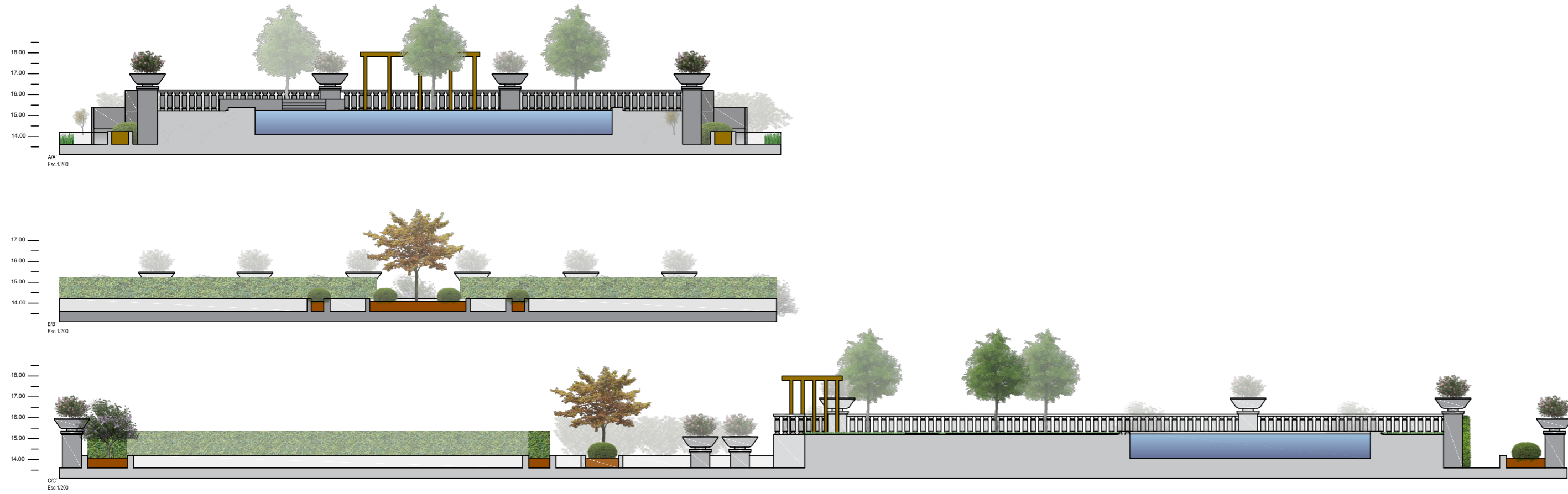
FUJAIRAH INVESTMENT ESTABLISHMENT

CITY	LOCATION	PLOT NO.
FUJAIRAH	MERASHID	A/1A

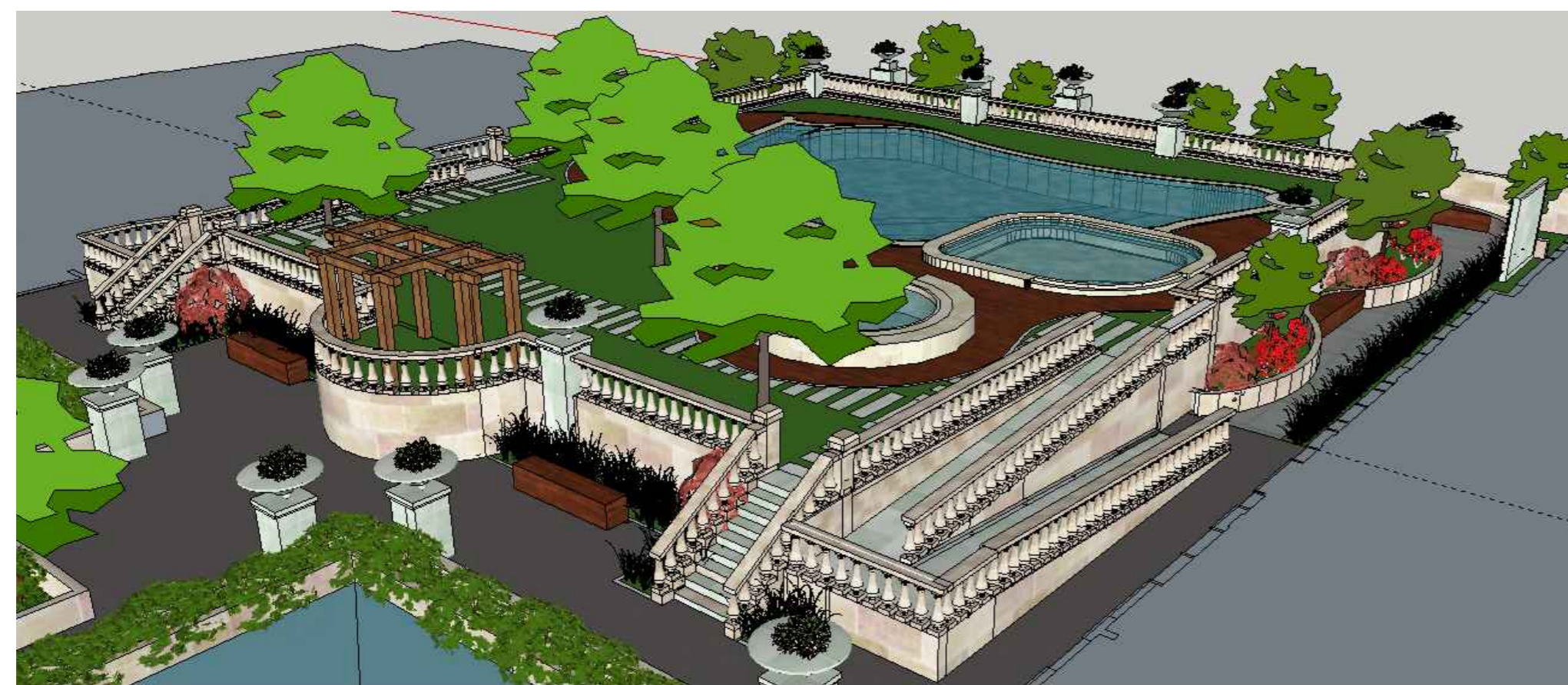
TYPE OF DRAWING:
Irrigation Plan

SCALE	1/200	Project NO.	14/724
DATE	30/11/2016	Drawing NO.	LA-02
DRAWING BY	LGV	SHEET NO.	07
INSPECTED BY	HA		
PROJECT STATUS	TENDER		
DISCIPLINE	LA		

Sections



Perspectives



CONSULTANT:



FUJAIRAH INVESTMENT ESTABLISHMENT

CITY	LOCATION	PLOT NO.
FUJAIRAH	MERASHID	A/1A

TYPE OF DRAWING:
Sections and Perspectives

SCALE	DATE	30/11/2016	Project NO.	14/724
DRAWING BY	LGV		Drawing NO.	LA-02
INSPECTED BY	HA		SHEET NO.	08
PROJECT STATUS	TENDER			
DISCIPLINE	LA			

Anexo 2- Projeto de Execução Dubai G+4.

Peças desenhadas, G+4, LA-03

01- Planta de localização

02-Plano Geral 1:200

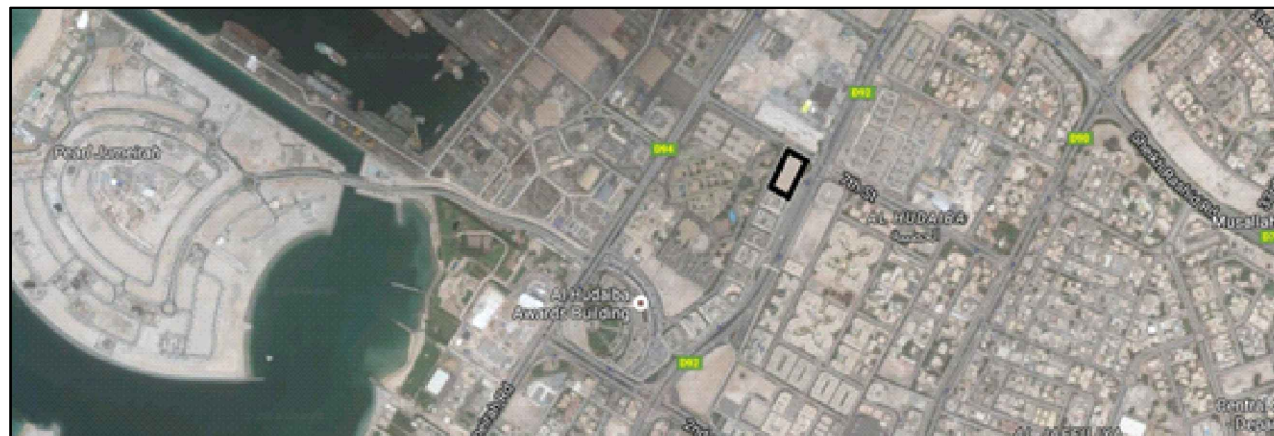
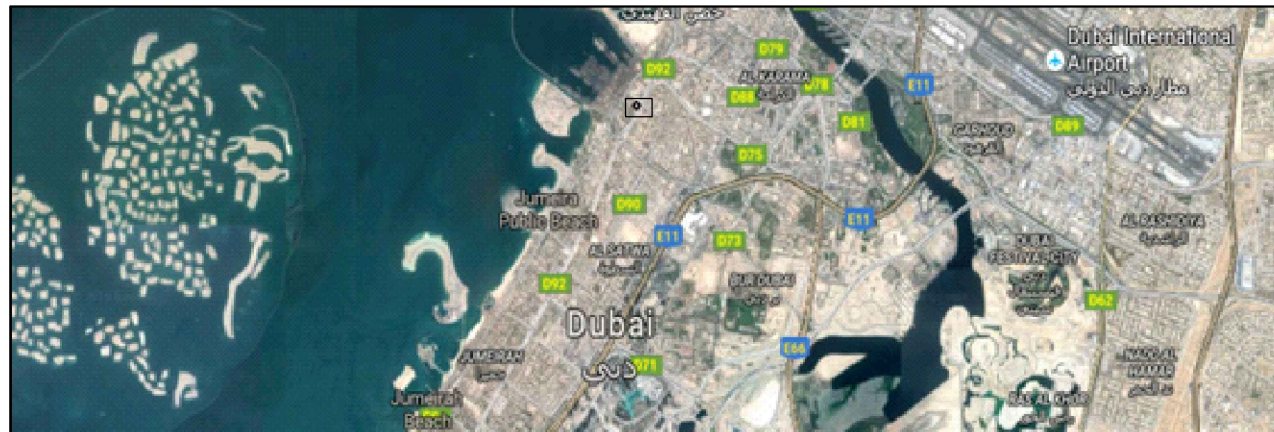
03-Plano de Pavimentos 1:200

04-Plano de Mobiliário e Iluminação 1:200

05-Plano de Plantação 1:200

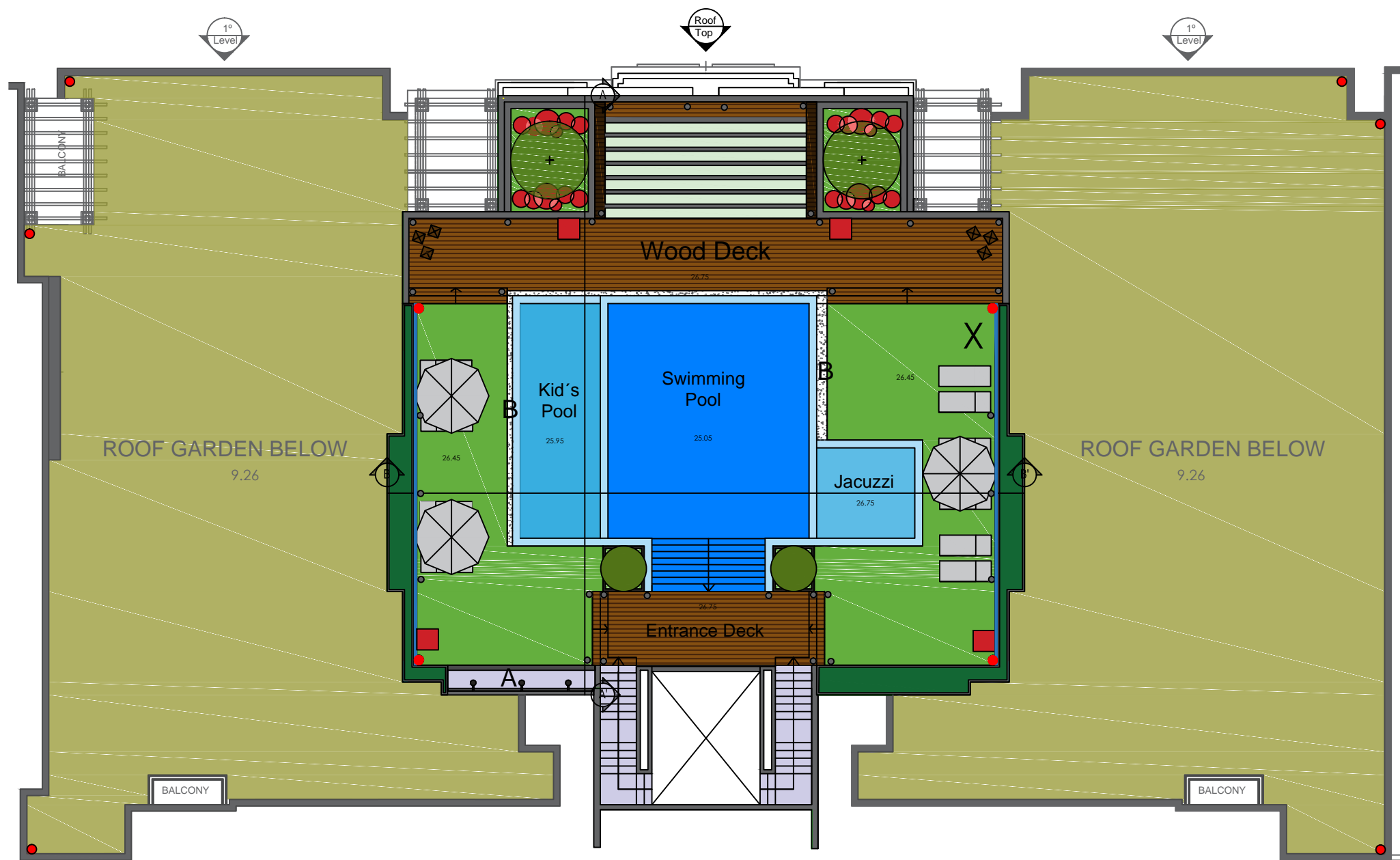
06-Plano de Rega 1:200

07- Cortes e Perspetivas



CONSULTANT:

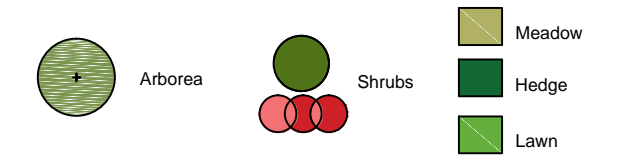
		
<p>Private affairs Bureau of H.H. Sheikh Hamad Mohamed Al Sharqi G+4</p>		
CITY	LOCATION	PLOT NO.
DUBAI	AL MELAHEYAH	321-171
TYPE OF DRAWING:		<p>Location Plan -Intensive (Roof top) -Extensive (First floor)</p>
SCALE	DATE	Project NO.
	30/11/2016	14/721
DRAWING BY	INSPECTED BY	Drawing NO.
LGV	HA	LA-03
PROJECT STATUS	DISCIPLINE	SHEET NO.
TENDER	LA	01



Space Organization

- Wood Deck - Recreation area
- A Shower area
- B Mini water falls

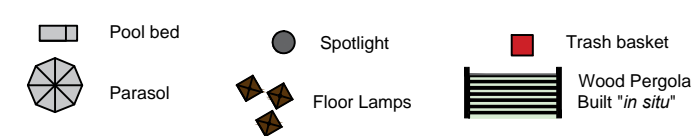
Vegetation



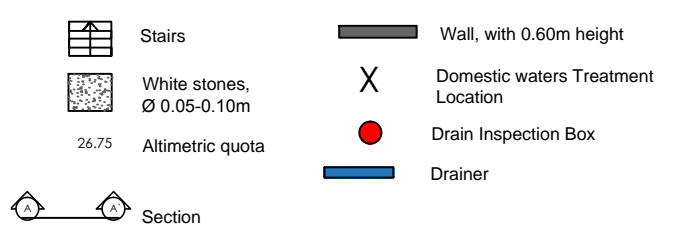
Paviments



Urban elements



Other elements



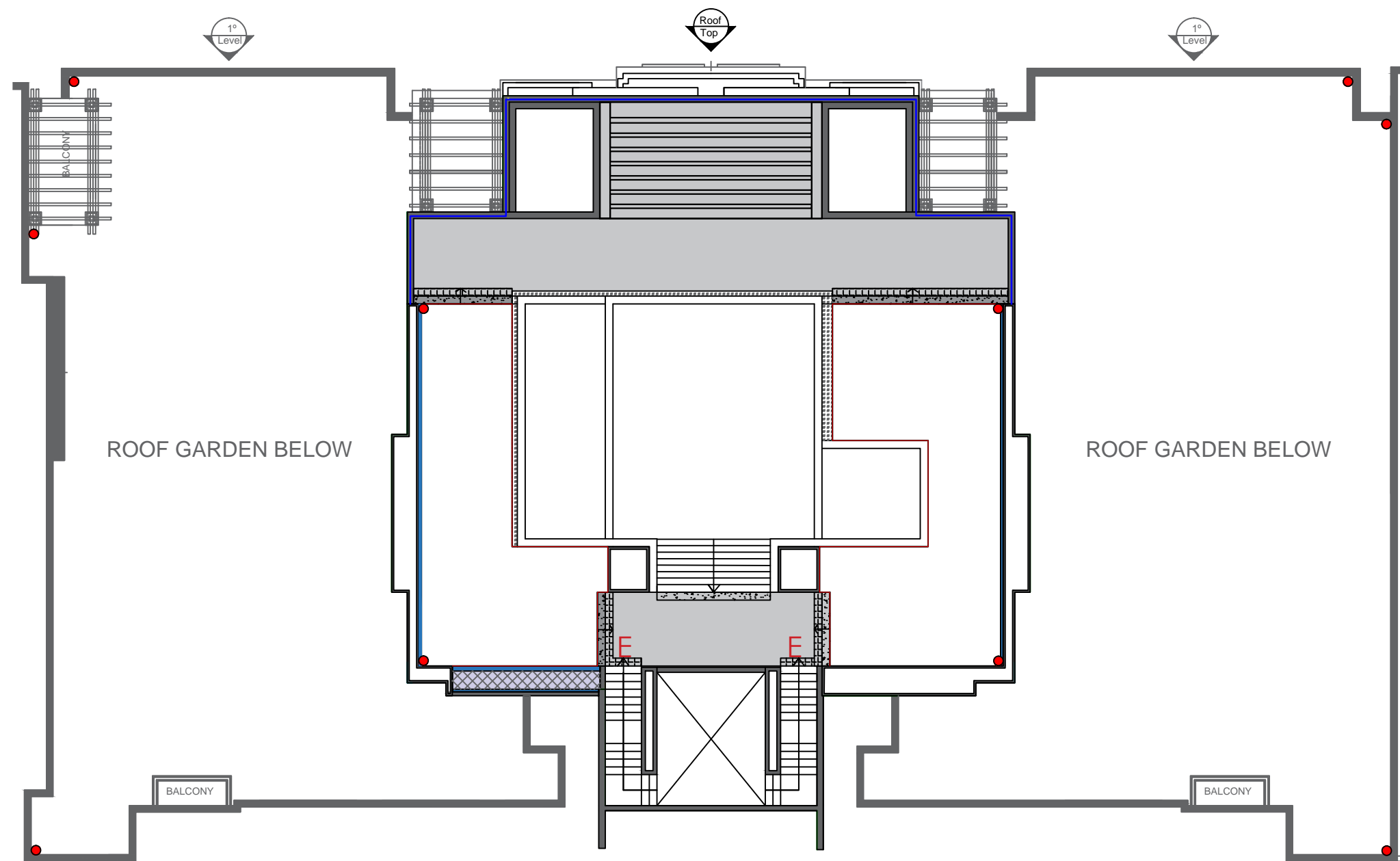
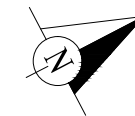
CONSULTANT:

Private affairs Bureau of H.H. Sheikh Hamad Mohamed Al Sharqi G+4

CITY	LOCATION	PLOT NO.
DUBAI	AL MELAHEYAH	321-171

TYPE OF DRAWING:
General Plan

SCALE	1/200	Project NO.	14/721
DATE	30/11/2016	Drawing NO.	LA-03
DRAWING BY	LGV	SHEET NO.	02
INSPECTED BY	HA		
PROJECT STATUS	TENDER		
DISCIPLINE	LA		



Pavement

- | | | |
|-----------|---|----------------------|
| PERMEABLE | | IMPERMEABLE |
| | Composite and treated wood Deck, varnish finish | Mosaics, white color |
| | White stones, Ø 0.05m-0.10m | |
| Finishes | | |
| | Steel sheet Corten thickness 0.007m | |

Containment elements

- Concrete wall 0.60m of height
- Double glass, 0.60m of height, 0.010m thickness

Elements that promote accessibility

- Non-slip coating
- Approach range with different texture

Other elements

- Stairs
- Drain Inspection Box
- Linear drainer of cast iron 0.10 m width
- Entrance

CONSULTANT:



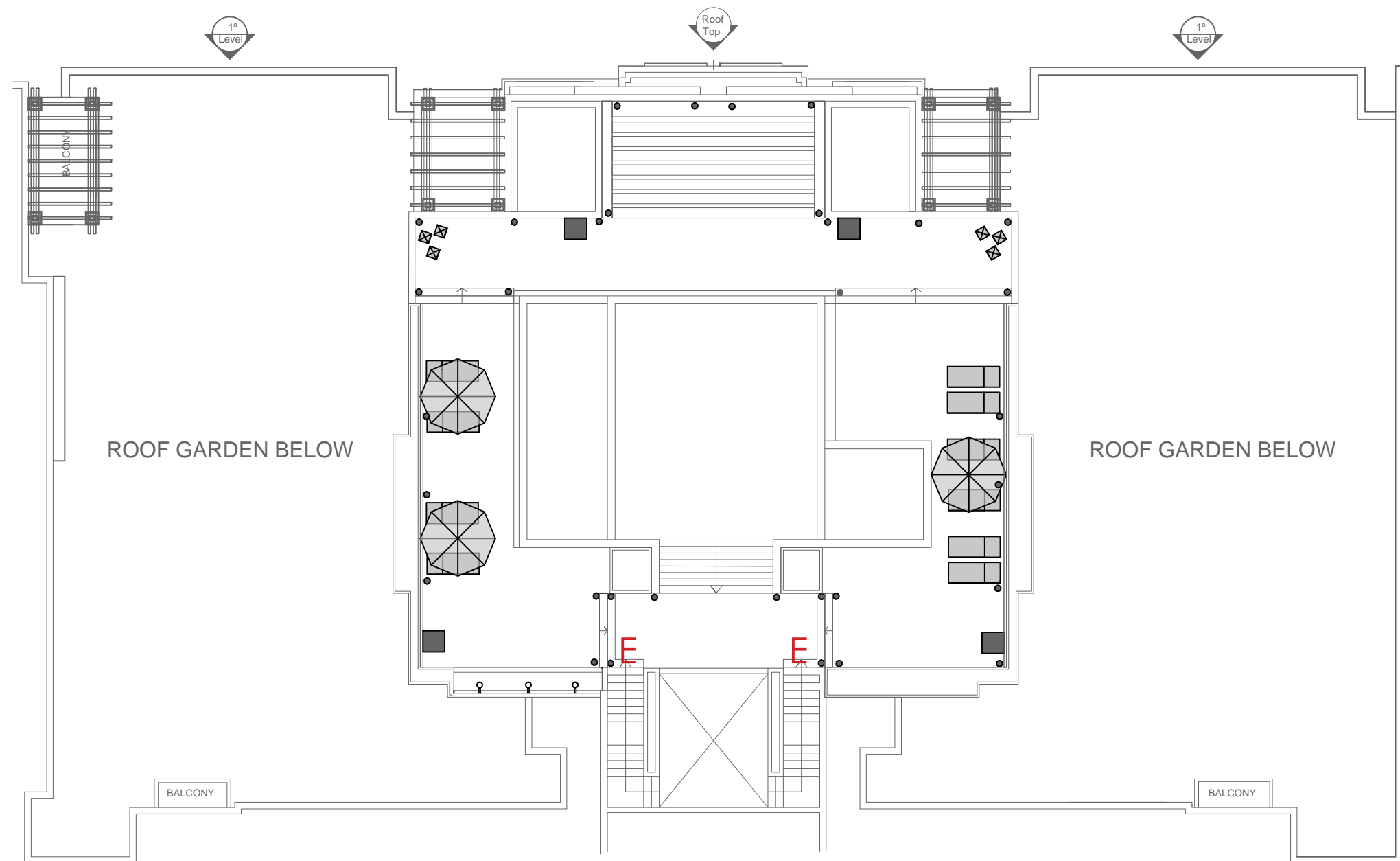
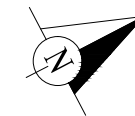
Fujairah, tel: 09 22 33 980 - Dubai, tel: 04 345 4455 - دبي هاتف: 04 345 4455 - فجيرة هاتف: 09 22 33 980

Private affairs Bureau of H.H. Sheikh Hamad Mohamed Al Sharqi G+4







CITY	LOCATION	PLOT NO.
DUBAI	AL MELAHEYAH	321-171

TYPE OF DRAWING:
Pavement Plan

SCALE	1/200	Project NO.	14/721
DATE	30/11/2016	Drawing NO.	LA-03
DRAWING BY	LGV	SHEET NO.	03
INSPECTED BY	HA		
PROJECT STATUS	TENDER		
DISCIPLINE	LA		



Urban elements

-  Floor Lamps with candles
-  Recycle trash basket made of stone, ashtray made of galvanized sheet, capacity of 50L
-  Spotlight tucked into the ground, SCHRÉDER-TERRAMIDI LED, Reguled IP67
-  Wall pressurization Shower
-  Parasol
-  Pool Bed

Other elements

- E** Entrance

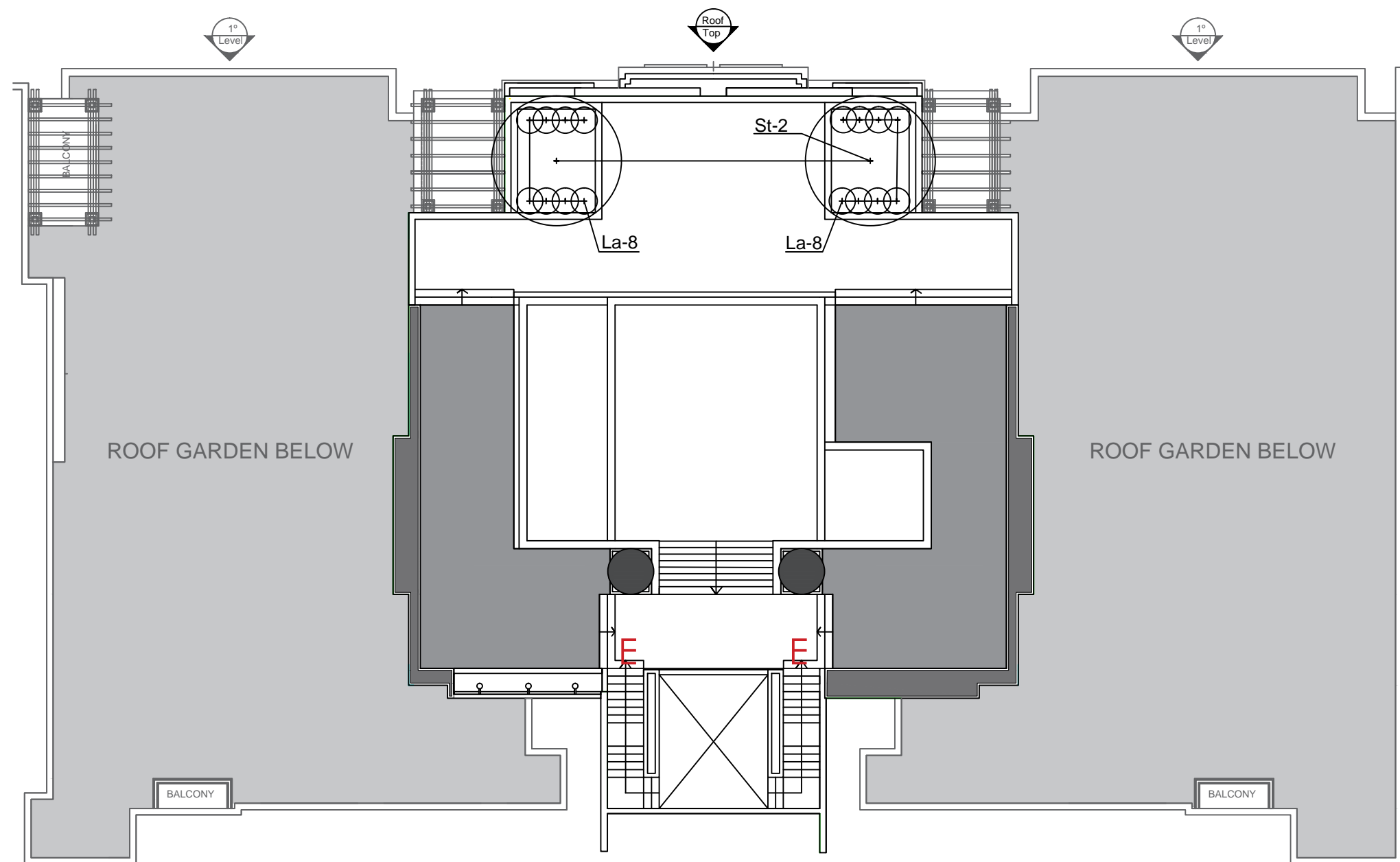
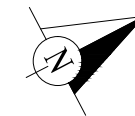
CONSULTANT:

Private affairs Bureau of H.H. Sheikh Hamad Mohamed Al Sharqi G+4

CITY	LOCATION	PLOT NO.
DUBAI	AL MELAHEYAH	321-171

TYPE OF DRAWING:
Urban Elements Plan

SCALE	1/200	Project NO.	14/721
DATE	30/11/2016	Drawing NO.	LA-03
DRAWING BY	LGV	SHEET NO.	04
INSPECTED BY	HA		
PROJECT STATUS	TENDER		
DISCIPLINE	LA		



Floristic cast

Arboreal

INITIALS	SCIENTIFIC NAME	COMMON NAME	PERIMETER OF THE TREE	QUANTITY
St	<i>Schinus Terebinthifolius</i>	Brazilian pepper-tree	5-8	2

Shrub

INITIALS	SCIENTIFIC NAME	COMMON NAME	PERIMETER OF THE TREE	QUANTITY
Fn	<i>Ficus Nitida</i>	Indian Laurel Fig.	---	3 m2
Fp	<i>Ficus Panda</i>	Ficus tree	---	74 m2
La	<i>Lavandula angustifolia</i>	Lavender	1-2	16

Meadow
 Lawn

SCIENTIFIC NAME	%	SCIENTIFIC NAME	QUANTITY
<i>Chloris Virgata</i>	9	<i>Sporobolus spicatus</i>	143 m2
<i>Boerhavia elegans</i>	10		
<i>Salvia aegyptiaca</i>	23		
<i>Teucrium stocksianum</i>	20		
<i>Farsetia stylosa</i>	12		
<i>Aizoon canariense</i>	14		
<i>Zaleya</i>	12		

Other elements

E Entrance

CONSULTANT:

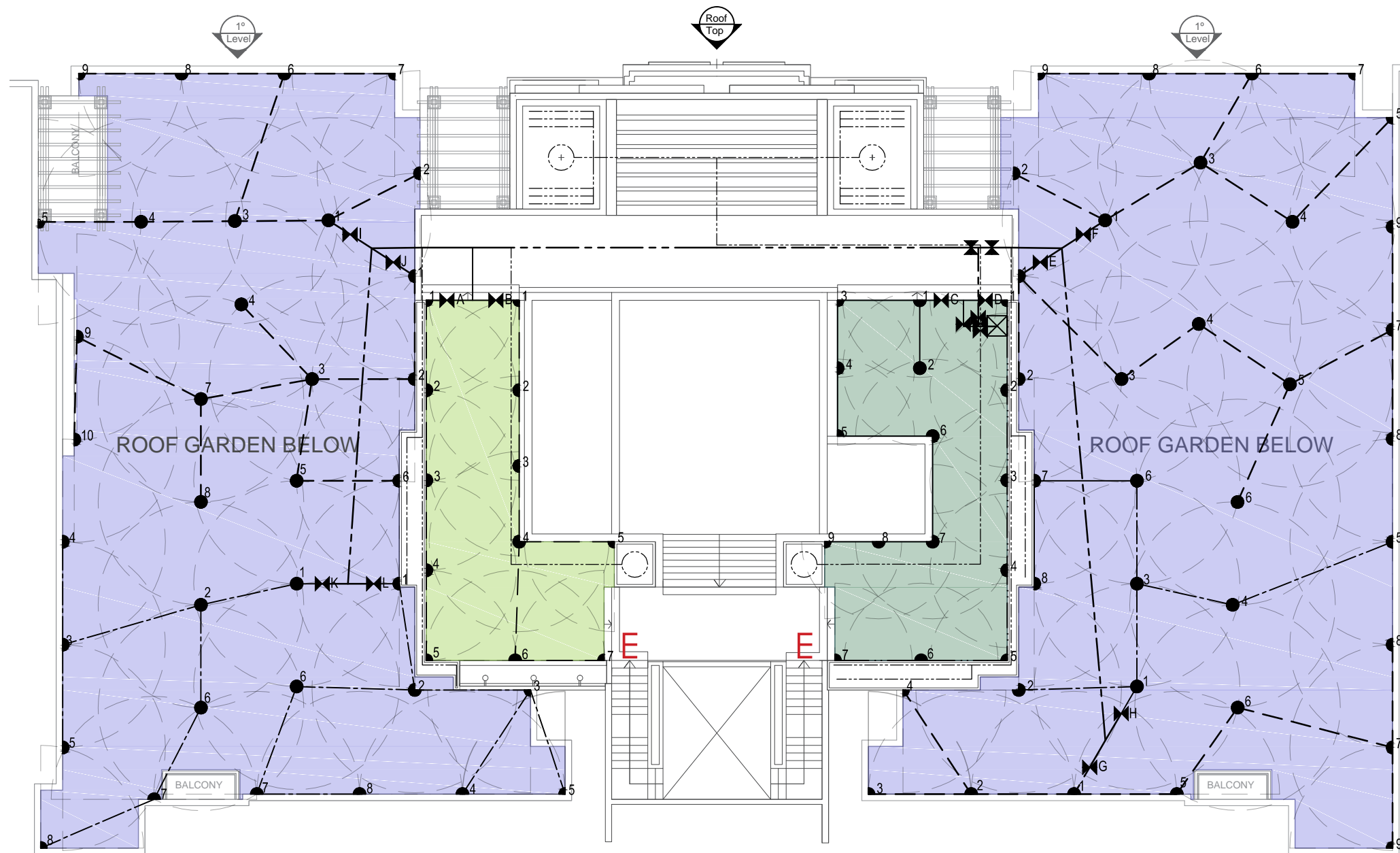
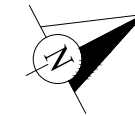


Private affairs Bureau of H.H. Sheikh Hamad Mohamed Al Sharqi G+4

CITY	LOCATION	PLOT NO.
DUBAI	AL MELAHEYAH	321-171

TYPE OF DRAWING: **Plantation Plan**

SCALE	1/200	Project NO.	14/721
DATE	30/11/2016	Drawing NO.	LA-03
DRAWING BY	LGV	SHEET NO.	05
INSPECTED BY	HA		
PROJECT STATUS	TENDER		
DISCIPLINE	LA		



- Domestic waters Treatment Location
 - Irrigation tube drop by drop black color with self-compensating drippers. Built-in 0.35m in 0.35m, Ø 0.016m brown color, 4 bar
 - Tube PET high density, Ø0.075m 2.1/2" - 10 bar
 - Tube PET high density, Ø0.063m 2" - 10 bar
 - Tube PET high density, Ø0.050m 1.1/2" - 10 bar
 - Tube PET high density, Ø0.032m 1" - 10 bar
 - Tube PET high density, Ø0.025m 3/4" - 10 bar
 - Tube PET low density, Ø0.025m 1/2" - 4 bar
 - Electromagnetic valve PGV - 9V and Programmer
 - Irrigation by Sprinkler
 - Sprinkler with adjustable nozzle 90°
 - Sprinkler with adjustable nozzle 180°
 - Sprinkler with adjustable nozzle 270°
 - Sprinkler with adjustable nozzle 360°
 - Sprinkler Nozzle 10-A - 3,0 m
 - Sprinkler Nozzle 10-A - 3,0 m
 - Sprinkler SRM-04
- SYSTEM FEATURES:**
 Irrigation By Sprinkler 10-A, Total water flow : 5.91 m³/h
 Drop by drop Irrigation, Total water flow: 0.0022 m³/h =2.2l/h
 Irrigation by Sprinkler SRM-04, Total water flow : 56 m³/h
- Other elements**
- Entrance
 - Tree location

CONSULTANT:

mabani consulting مبانى للاستشارات

Fujairah, tel: 09 22 33 980 - Dubai, tel: 04 345 4455 - دبي هاتف: 04 345 4455 - فجيرة هاتف: 09 22 33 980

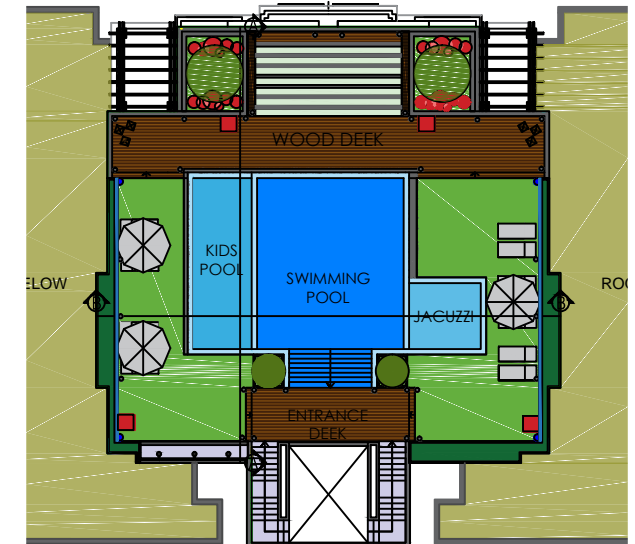
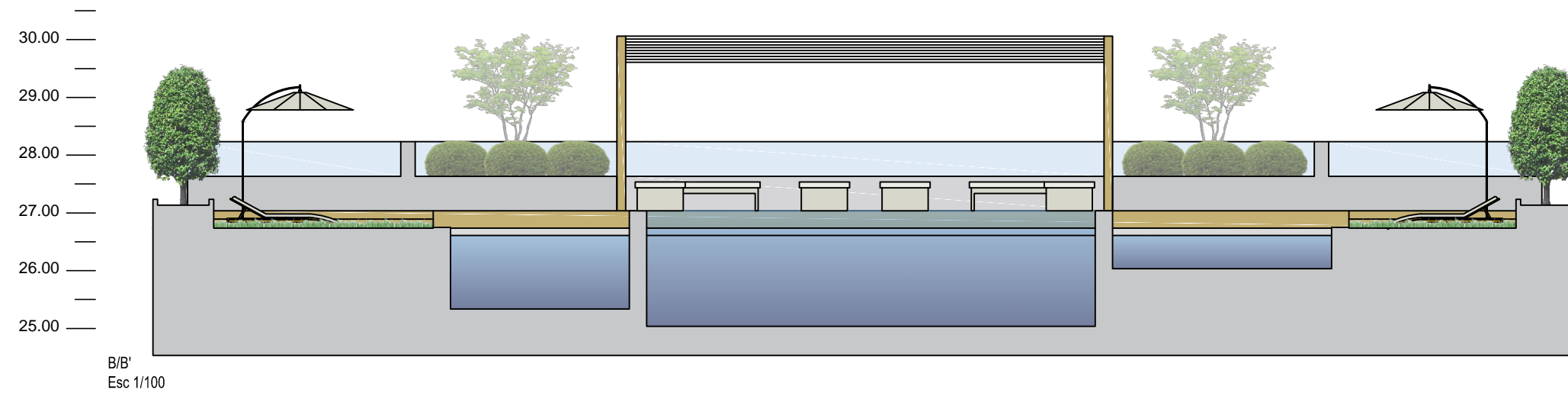
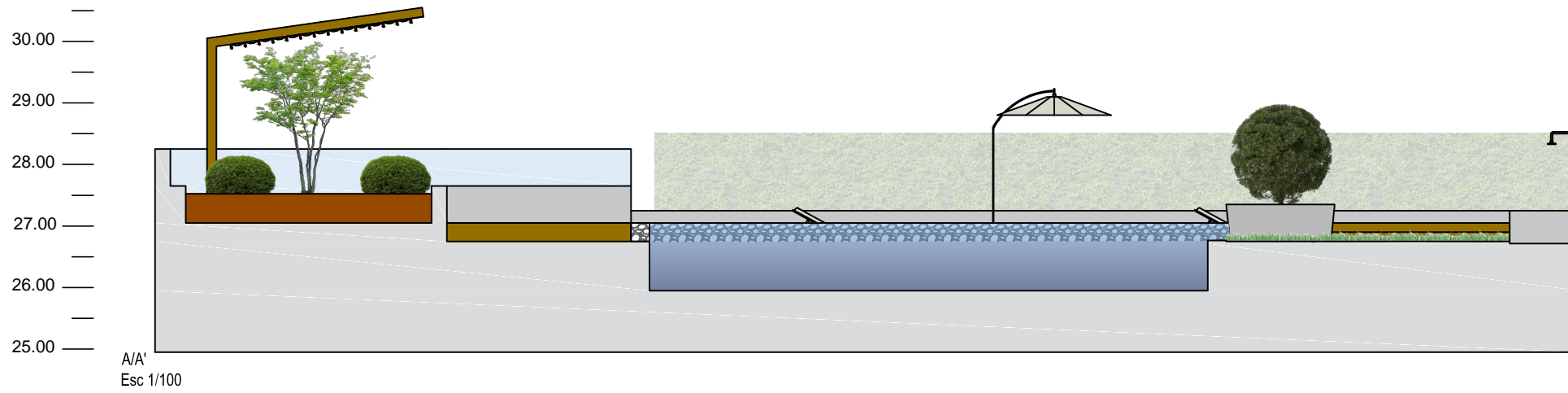
Private affairs Bureau of H.H. Sheikh Hamad Mohamed Al Sharqi G+4

CITY	LOCATION	PLOT NO.
DUBAI	AL MELAHEYAH	321-171

TYPE OF DRAWING:
Irrigation Plan

SCALE	1/200	Project NO.	14/721
DATE	30/11/2016	Drawing NO.	LA-03
DRAWING BY	LGV	SHEET NO.	06
INSPECTED BY	HA		
PROJECT STATUS	TENDER		
DISCIPLINE	LA		

Sections



Perspectives



CONSULTANT:



Private affairs Bureau of H.H. Sheikh Hamad Mohamed Al Sharqi G+4

CITY	LOCATION	PLOT NO.
DUBAI	AL MELAHEYAH	321-171

TYPE OF DRAWING:
Sections and Perspectives

SCALE	DATE	30/11/2016	Project NO.	14/721
DRAWING BY	LGV		Drawing NO.	LA-03
INSPECTED BY	HA		SHEET NO.	07
PROJECT STATUS	TENDER			
DISCIPLINE	LA			

Anexo 3- Cálculos de Rega para ambos os Projetos.

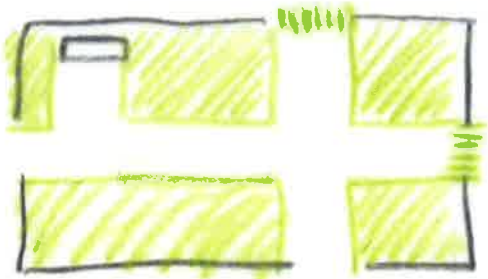
Dimensionamento da rega														
Fujairah						G+4								
Rooftop			Mezzanine											
Setor	Q (m ³ h ⁻¹)	Ø (")	Setor	Q (m ³ h ⁻¹)	Ø (")	Setor	Q (m ³ h ⁻¹)	Ø (")	Setor	Q (m ³ h ⁻¹)	Ø (")	Setor	Q (m ³ h ⁻¹)	Ø (")
A	1,42	3/4	A	0,97	3/4	A	2,20	1	E	14,4	2 1/2	I	15,2	2 1/2
1	0,80	1/2	1	0,44	1/2	1	0,88	1/2	1	7,2	2	1	7,2	2
2	0,76	1/2	2	0,18	1/2	2	0,77	1/2	2	0,8	1/2	2	0,8	1/2
3	0,67	1/2	3	0,26	1/2	3	0,55	1/2	3	5,6	1 1/2	3	5,6	1 1/2
4	0,58	1/2	4	0,22	1/2	4	0,33	1/2	4	4,8	1 1/4	4	1,6	3/4
5	0,49	1/2	5	0,13	1/2	5	0,11	1/2	5	4	1 1/4	5	0,8	1/2
6	0,40	1/2	6	0,04	1/2	B	2,2	1	6	0,8	1/2	6	3,2	1 1/4
7	0,31	1/2	B	0,97	3/4	1	1,32	1/2	7	2,4	1	7	0,8	1/2
8	0,22	1/2	1	0,53	1/2	2	1,21	1/2	8	0,8	1/2	8	1,6	3/4
9	0,13	1/2	2	0,49	1/2	3	0,99	1/2	9	0,8	1/2	9	0,8	1/2
10	0,04	1/2	3	0,40	1/2	4	0,77	1/2	F	14,4	2 1/2	J	15,2	2 1/2
B	1,42	3/4	4	0,18	1/2	5	0,11	1/2	1	7,2	2	1	8	2
1	0,62	1/2	5	0,13	1/2	6	0,33	1/2	2	0,8	1/2	2	7,2	2
2	0,53	1/2	6	0,09	1/2	7	0,11	1/2	3	5,6	1 1/2	3	6,4	1 1/2
3	0,35	1/2	C	0,97	3/4	C	3,71	1	4	1,6	3/4	4	0,8	1/2
4	0,04	1/2	1	0,44	1/2	1	2,35	1	5	0,8	1/2	5	1,6	3/4
5	0,22	1/2	2	0,18	1/2	2	0,5	1/2	6	3,2	1 1/4	6	0,8	1/2
6	0,13	1/2	3	0,26	1/2	3	1,6	3/4	7	0,8	1/2	7	3,2	1 1/4
7	0,09	1/2	4	0,22	1/2	4	1,48	3/4	8	1,6	3/4	8	0,8	1/2
C	1,43	3/4	5	0,13	1/2	5	1,23	3/4	9	0,8	1/2	9	1,6	3/4
1	0,90	1/2	6	0,04	1/2	6	1,11	3/4	G	13,6	2 1/2	10	0,8	1/2
2	0,18	1/2	D	0,97	3/4	7	0,74	1/2	1	7,2	2	K	12,8	2 1/2
3	0,09	1/2	1	0,53	1/2	8	0,37	1/2	2	2,4	1	1	6,4	1 1/2
4	0,45	1/2	2	0,49	1/2	9	0,12	1/2	3	0,8	1/2	2	5,6	1 1/2
5	0,09	1/2	3	0,40	1/2	D	3,71	1	4	0,8	1/2	3	2,4	1
6	0,18	1/2	4	0,18	1/2	1	1,36	3/4	5	4	1 1/4	4	0,8	1/2
7	0,09	1/2	5	0,13	1/2	2	1,24	3/4	6	3,2	1 1/4	5	0,8	1/2
D	1,43	3/4	6	0,09	1/2	3	0,99	3/4	7	2,4	1	6	2,4	1
1	0,53	1/2				4	0,74	1/2	8	0,8	1/2	7	1,6	3/4
2	0,44	1/2				5	0,49	1/2	9	0,8	1/2	8	0,8	1/2
3	0,35	1/2				6	0,37	1/2	H	13,6	2 1/2	L	12,8	2 1/2
4	0,26	1/2				7	0,12	1/2	1	6,4	1 1/2	1	6,4	1 1/2
5	0,13	1/2							2	0,8	1/2	2	5,6	1 1/2
6	0,04	1/2							3	4,8	1 1/4	3	2,4	1
7	0,04	1/2							4	1,6	3/4	4	0,8	1/2
									5	0,8	1/2	5	0,8	1/2
									6	2,4	1	6	2,4	1
									7	1,6	3/4	7	1,6	3/4
									8	0,8	1/2	8	0,8	1/2

Equipamento			
G+4	Gotejadores	353	
	Aspersores	93	
Fujairah	Rooftop	Gotejadores	4374
		Aspersores	32
	Mezzanine	Gotejadores	8
		Aspersores	24

Anexo 4 - Rascunhos de várias opções de *design* para os espaços.

Lista:

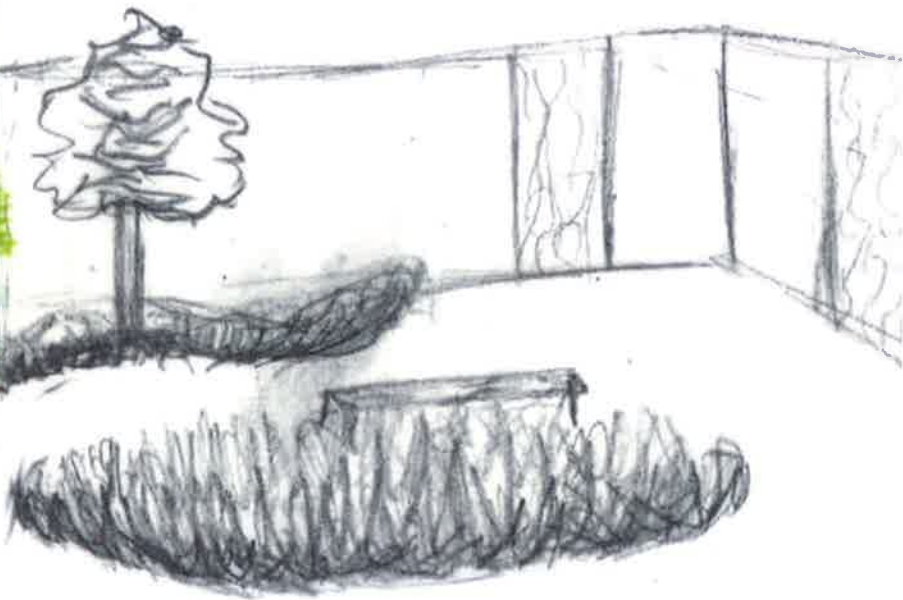
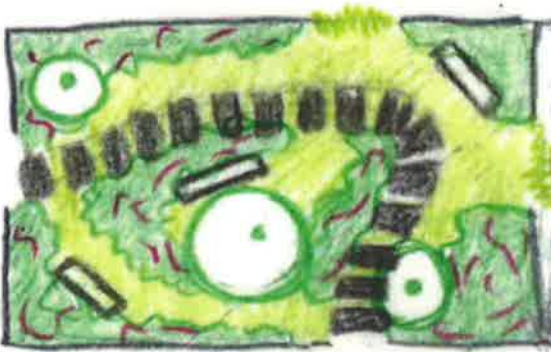
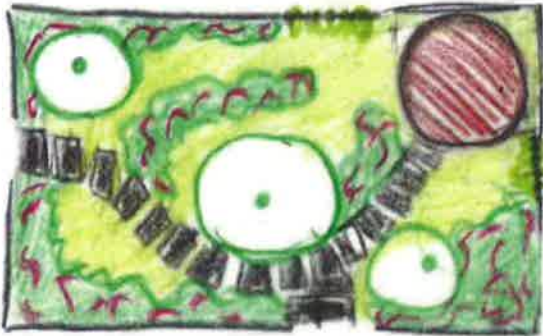
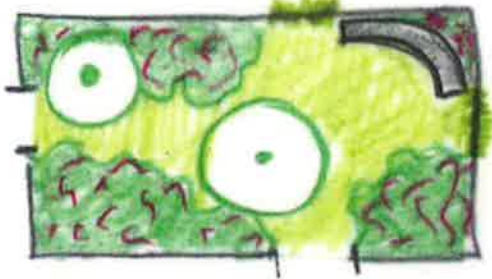
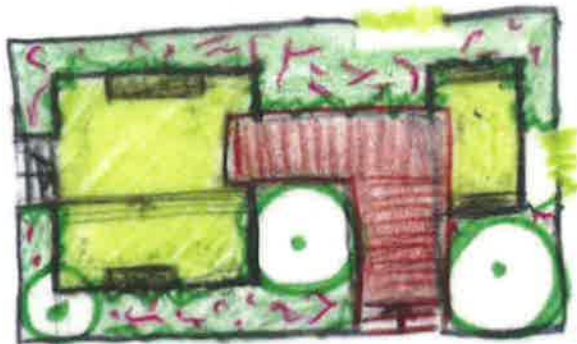
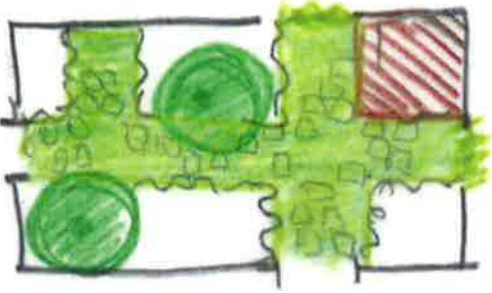
- Fujairah espaço interior Mezaninne
- Fujairah espaço exterior Roof top
- Dubai G+4

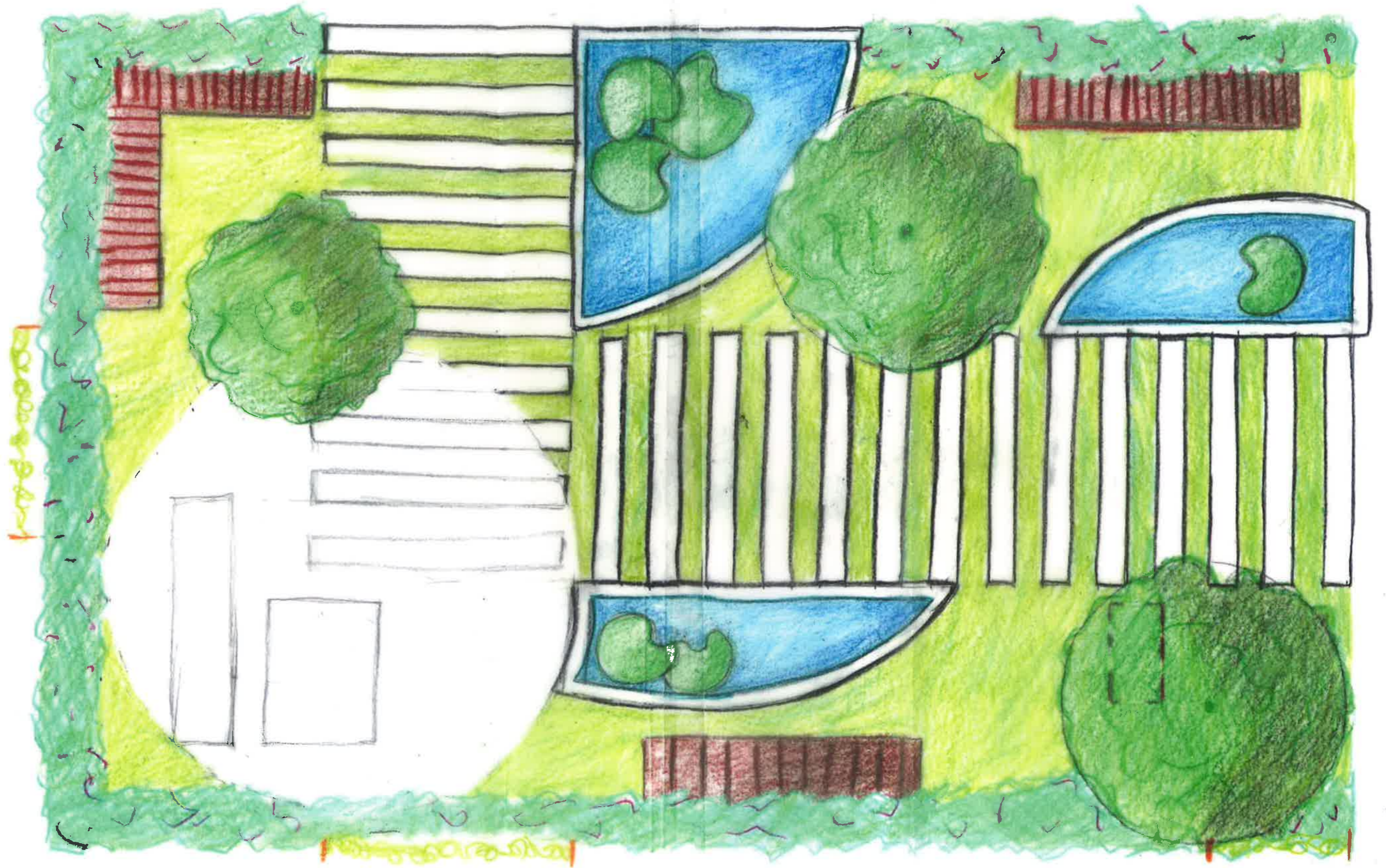


98 ← espacios
 42 ← 80 ←
 68 ← 93
 69 ← 103
 74 ← 110
 9 ← 108
 121
 138 ←
 152 ← 156
 158

maximum
 67
 123

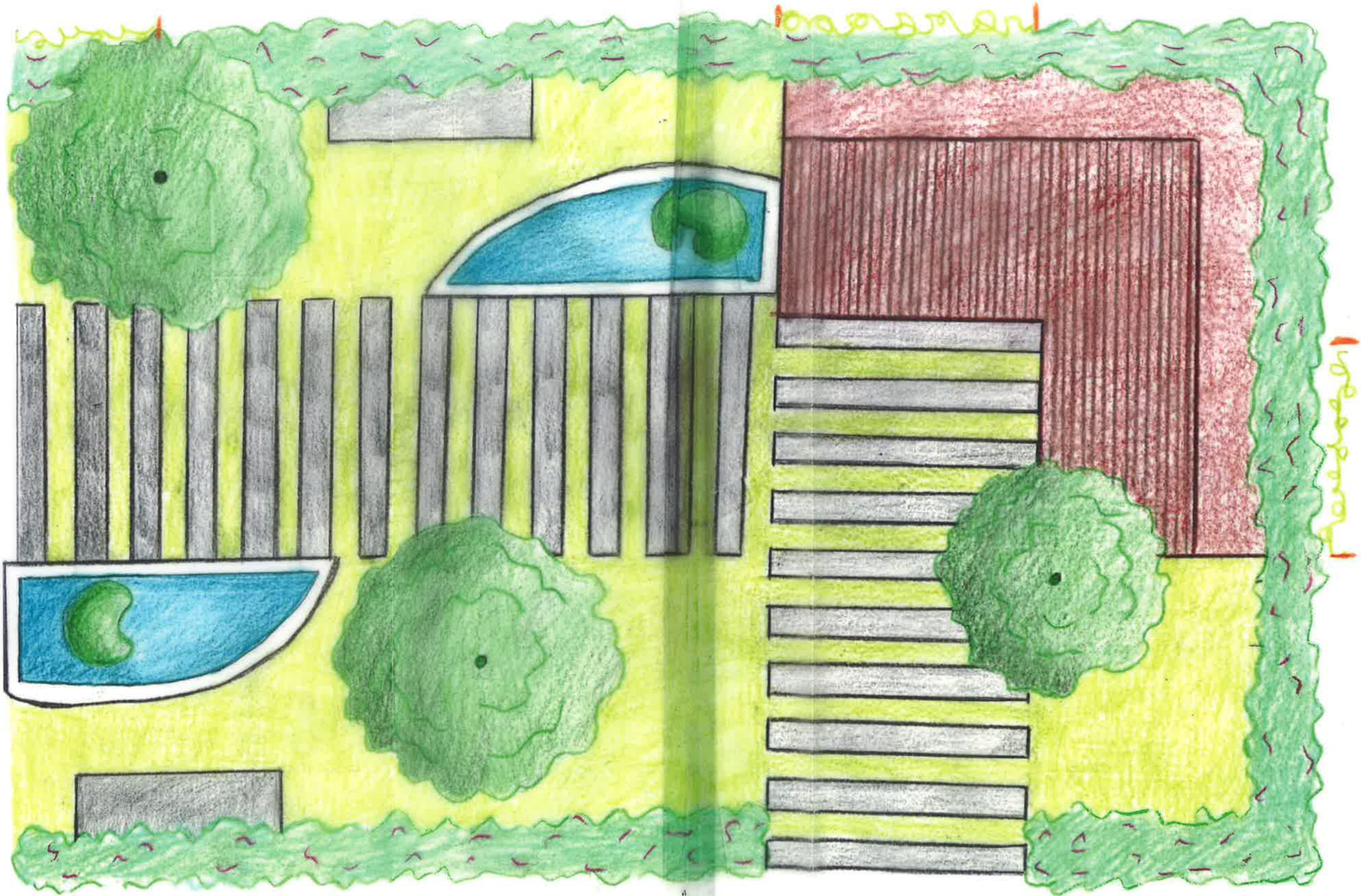
ver
 132

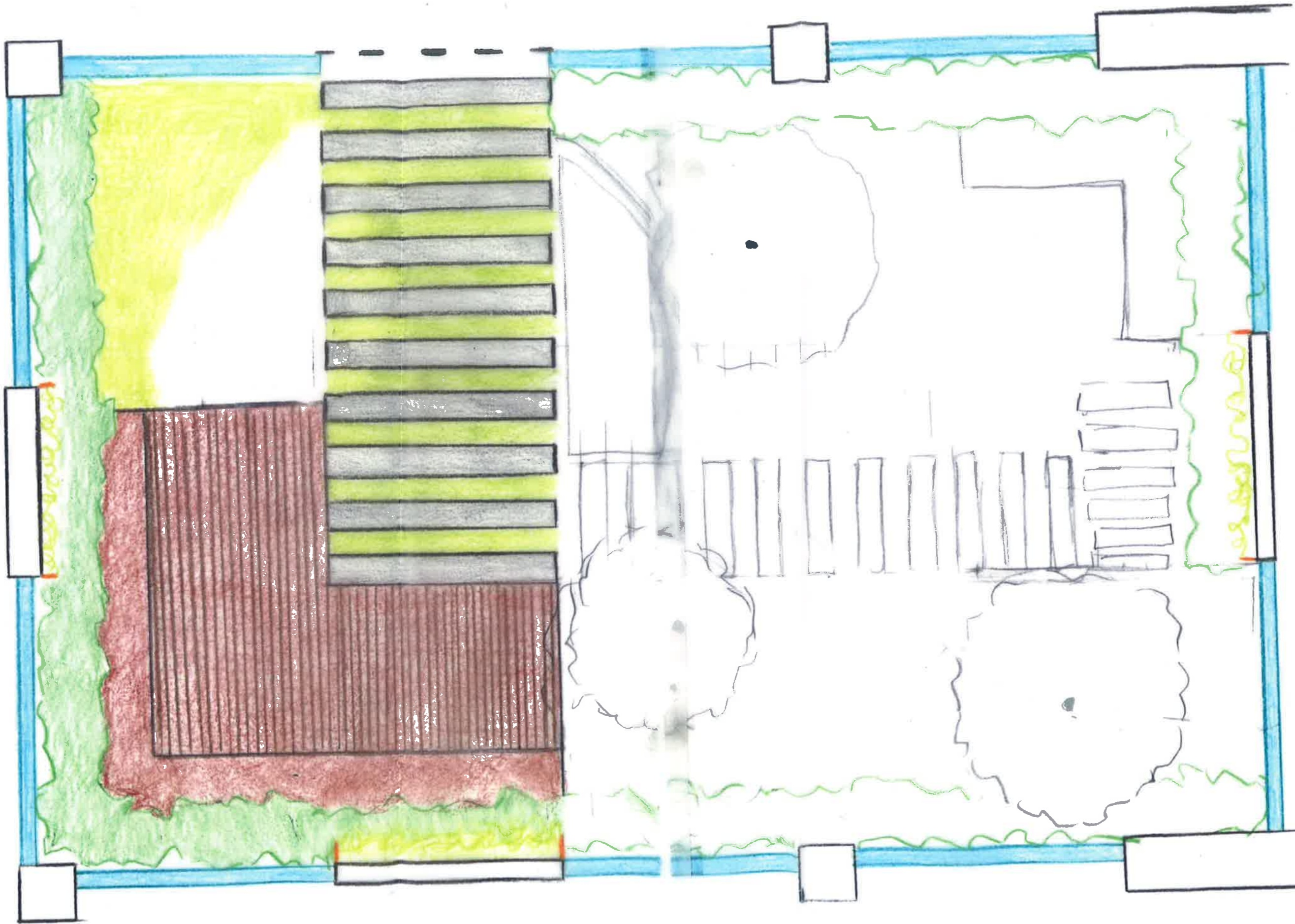




பூங்கா

பூங்கா

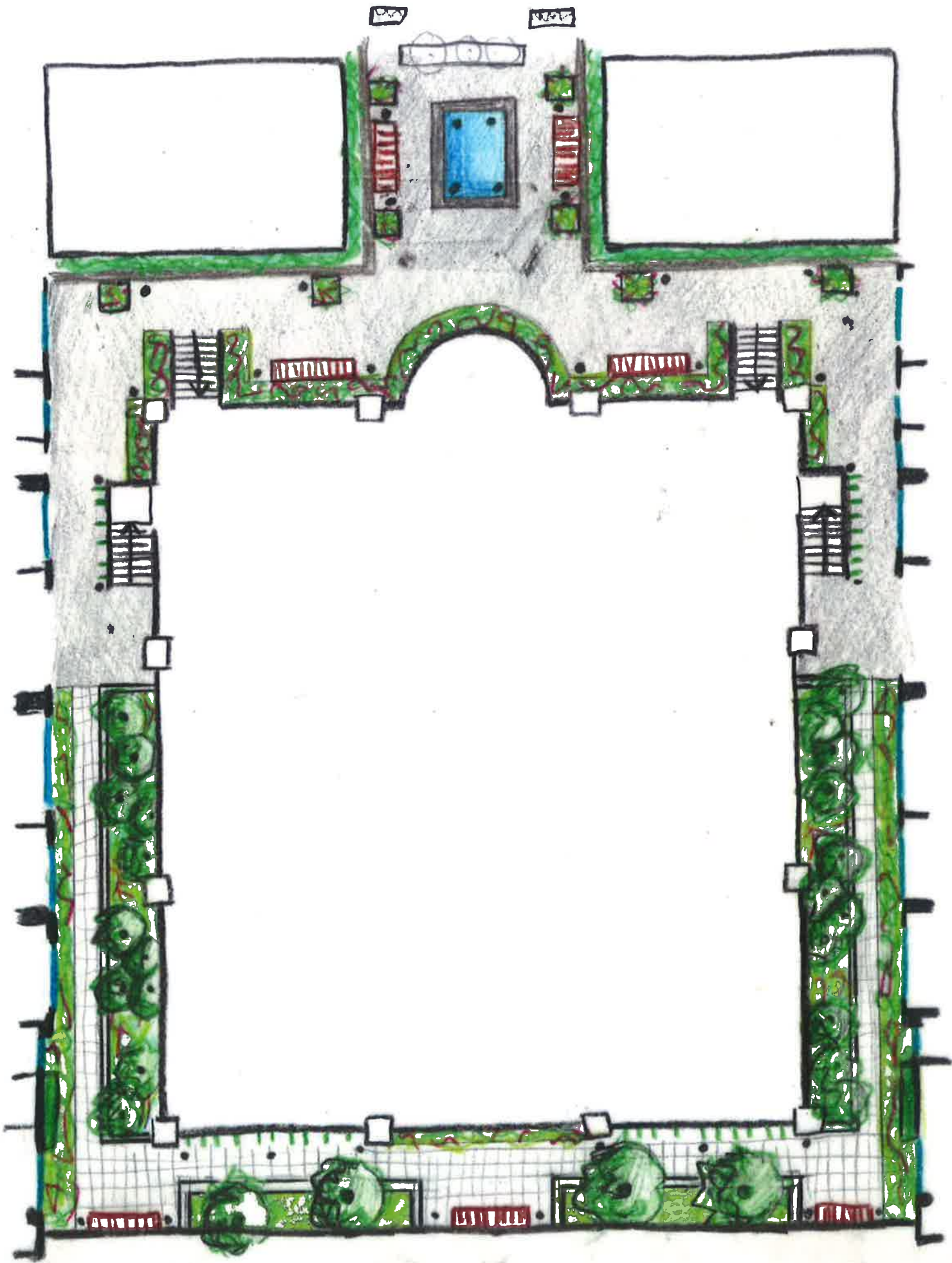


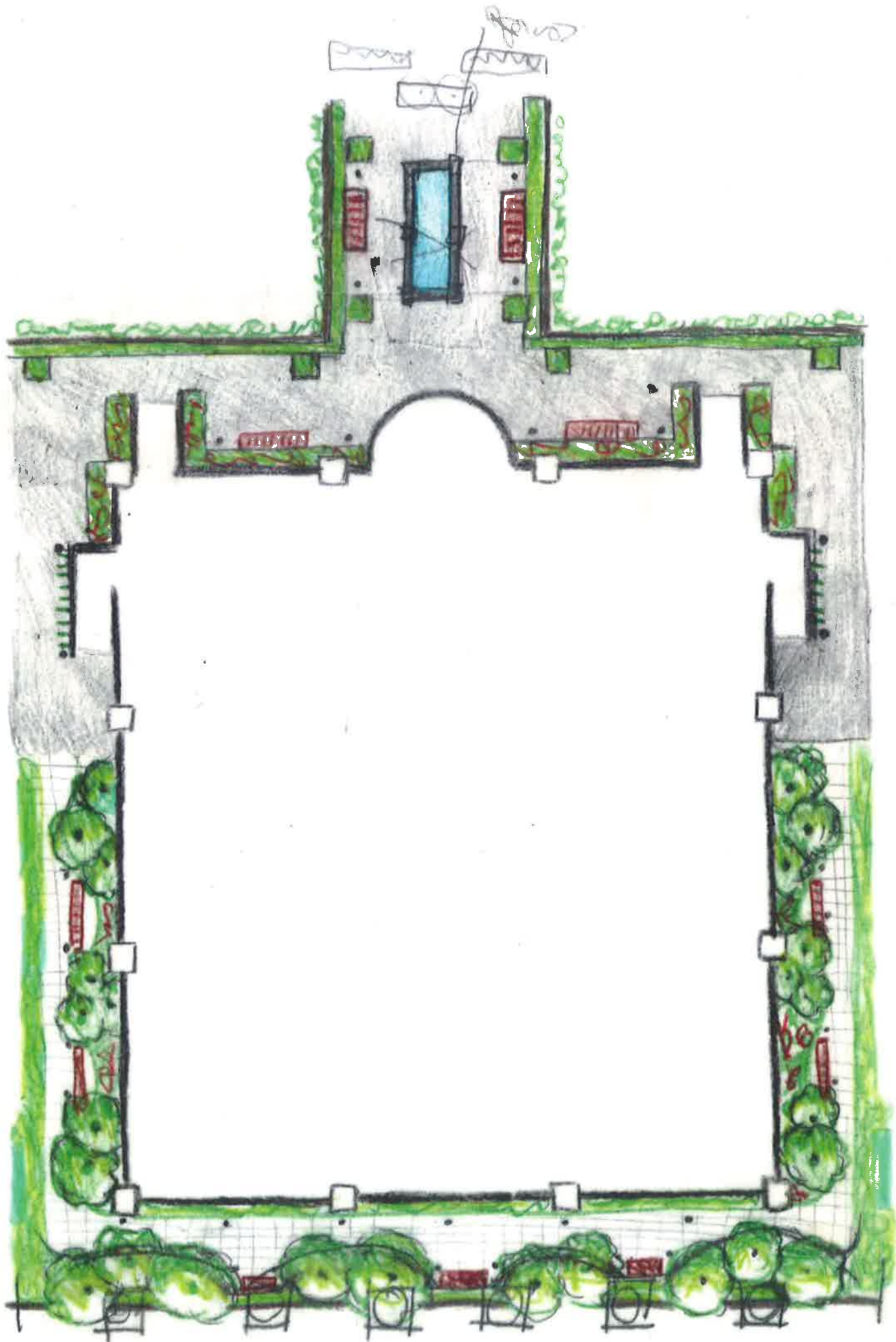


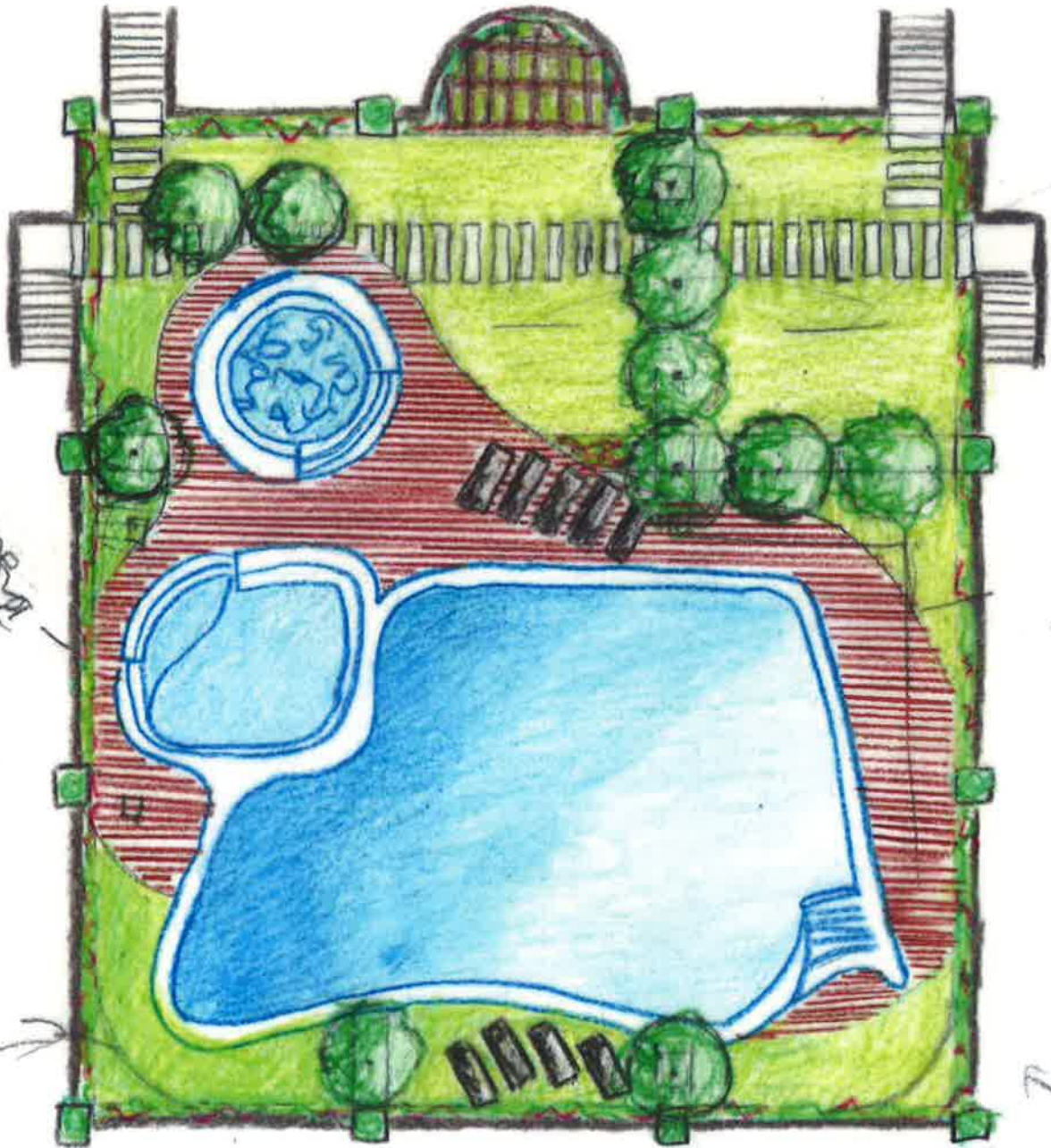
Handwritten notes on the right side of the page:

02.8 - 55
 1 - 210
 11 - 252
 55 - 828
 55 -
 (0.50)
 100
 55 - 2025 - 100
 100 - 210



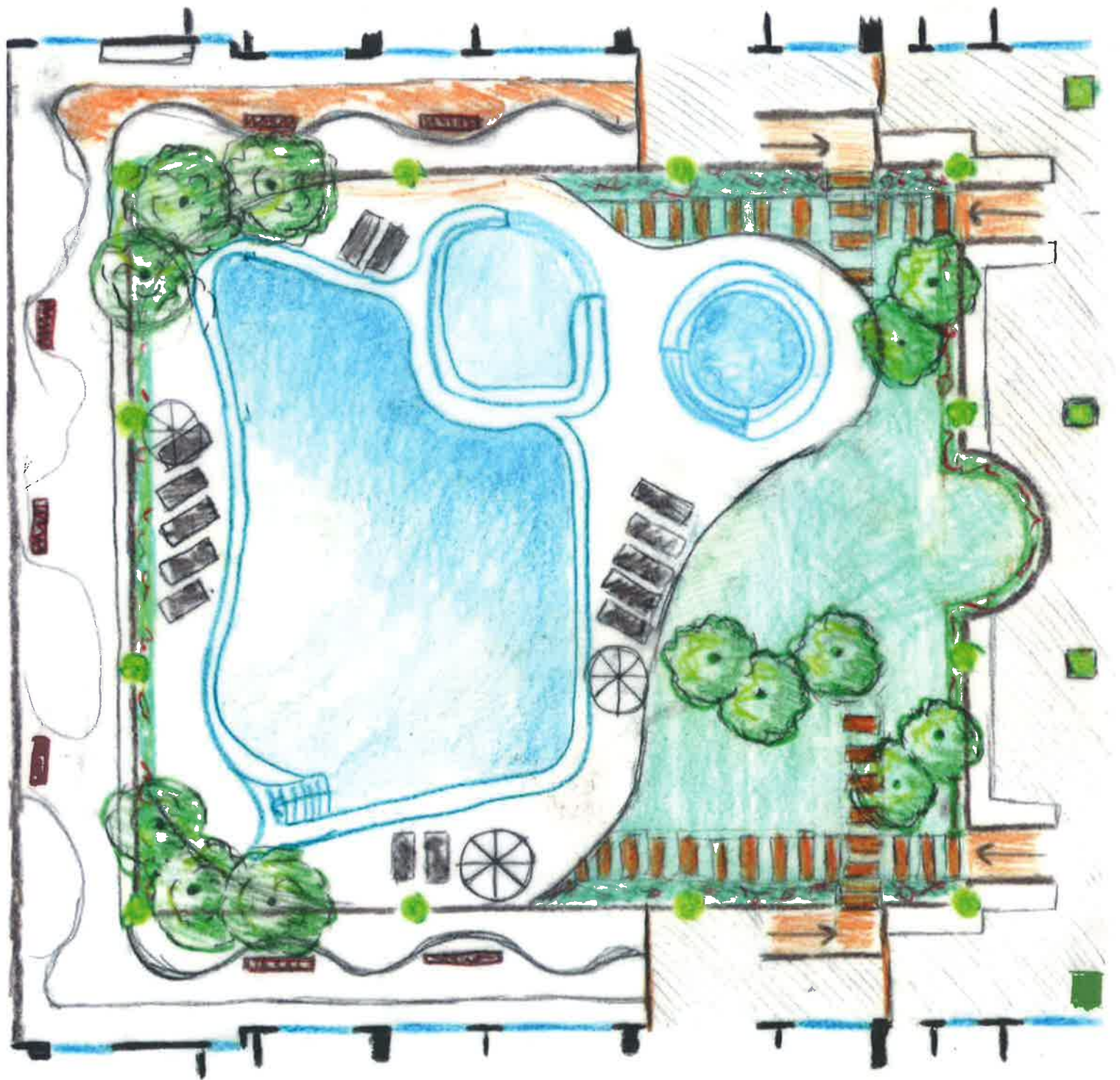


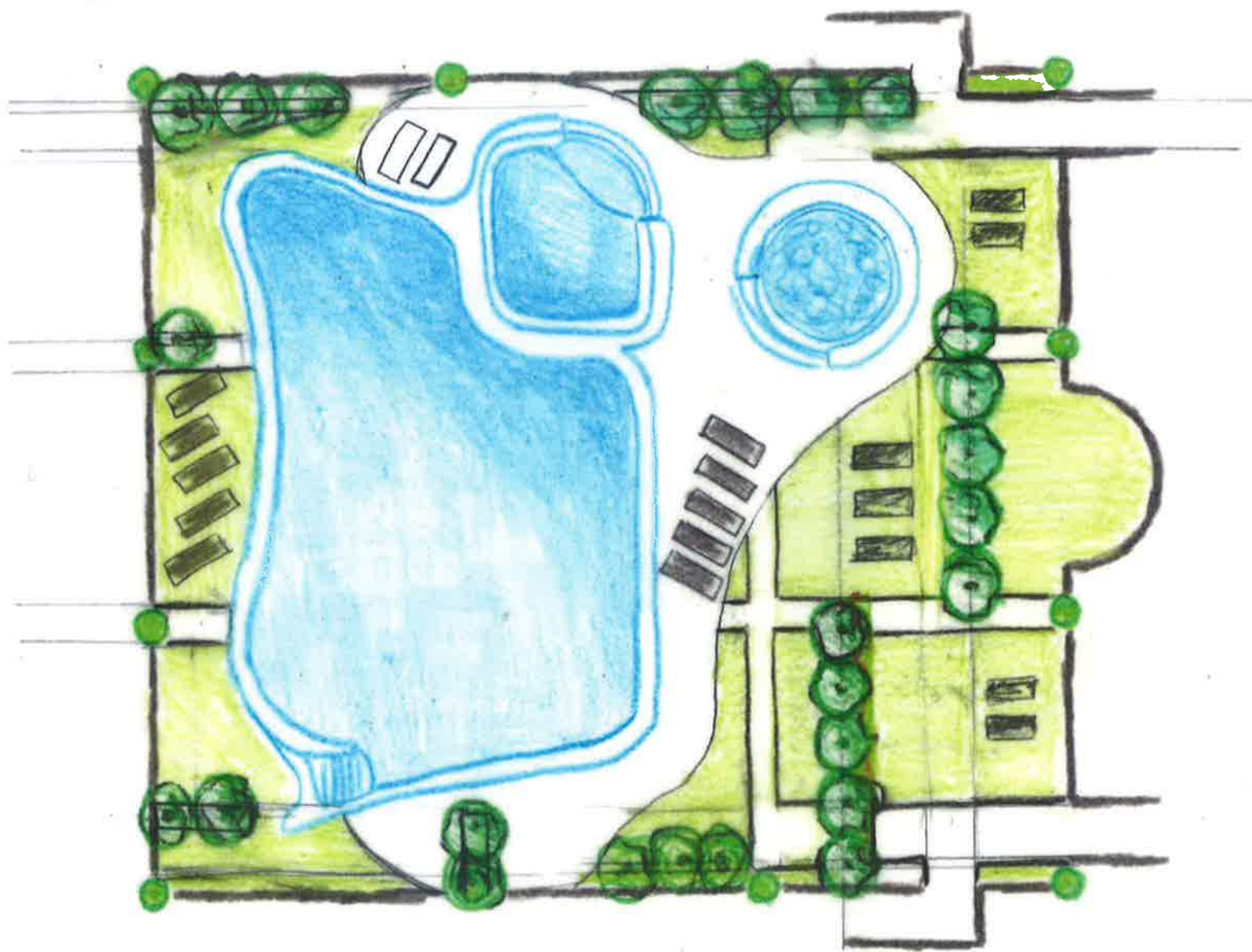


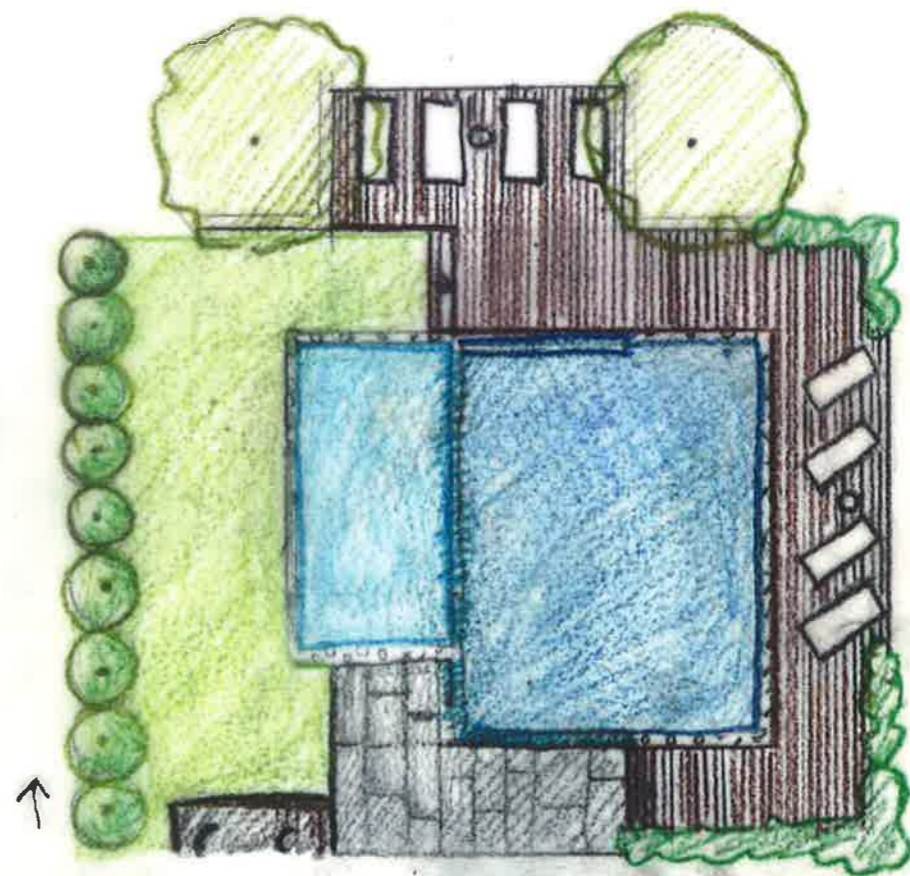
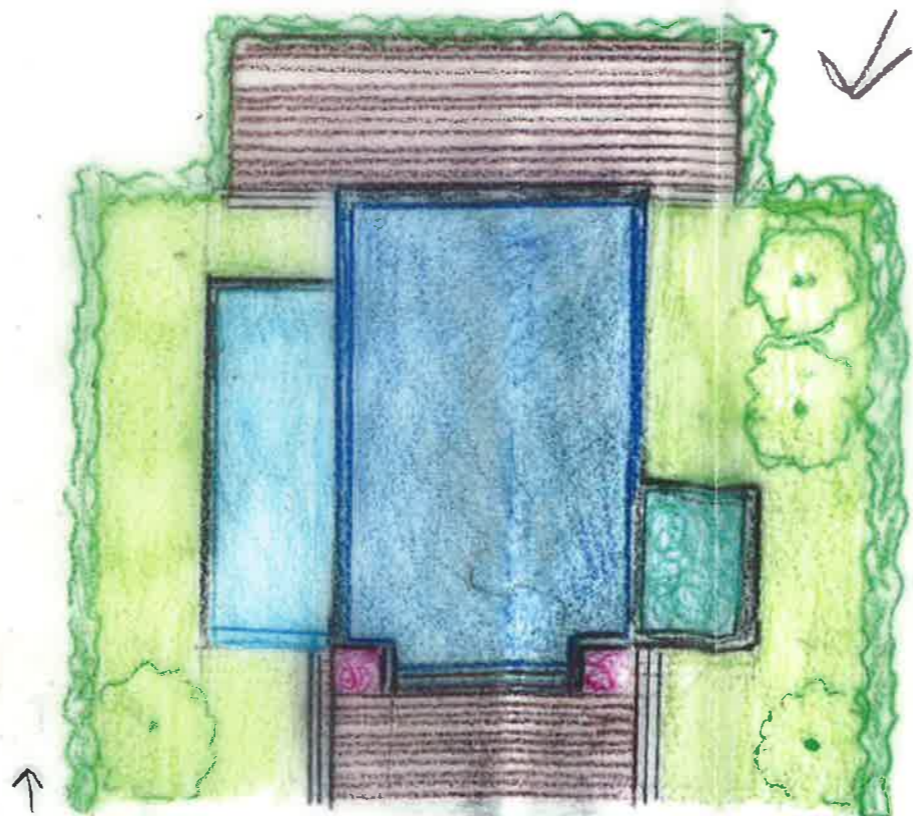
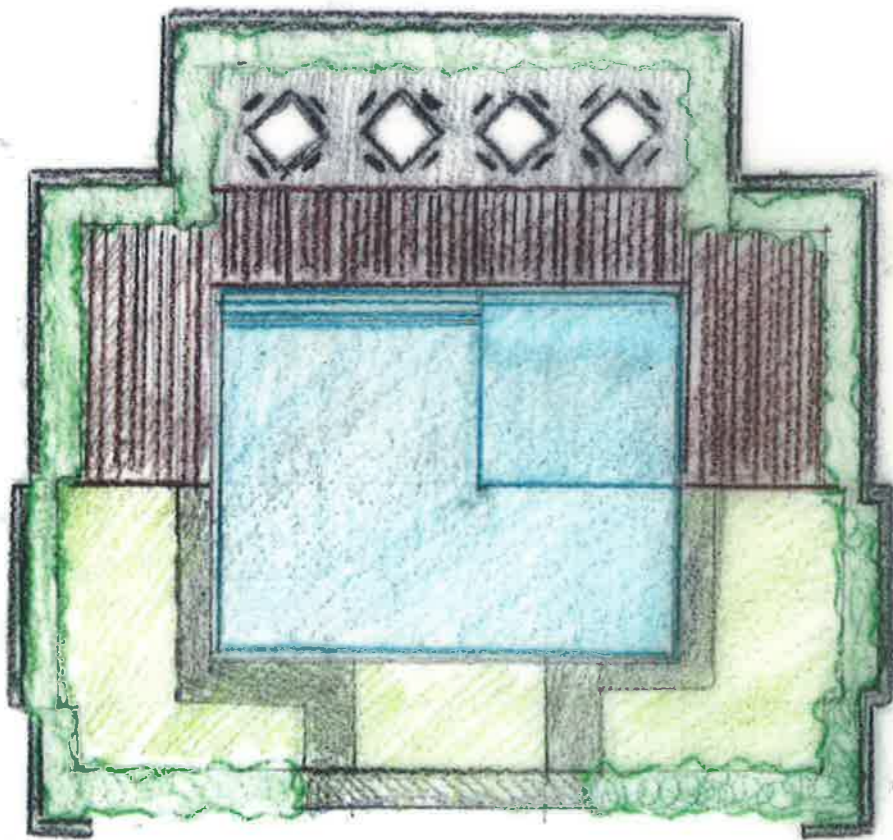
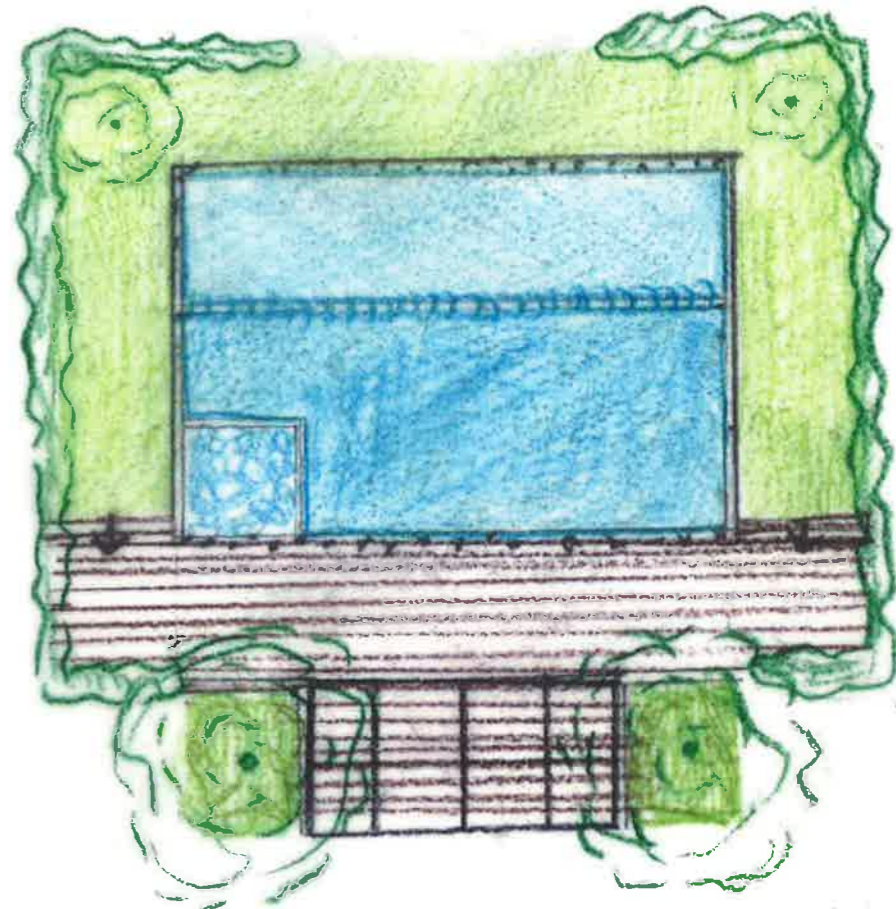
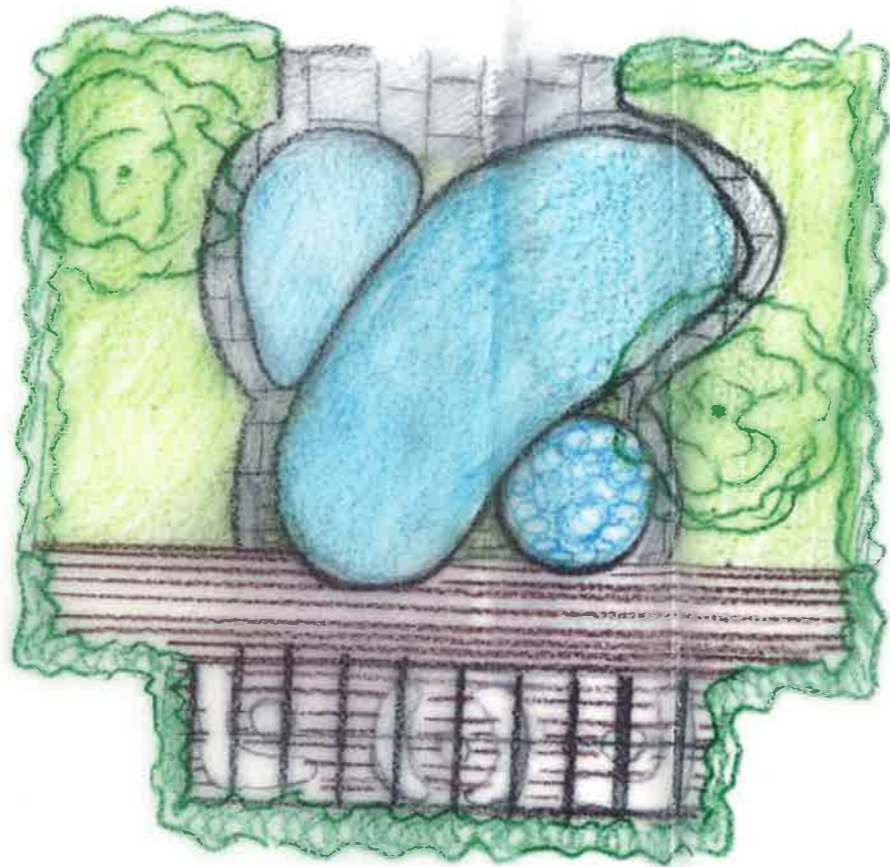
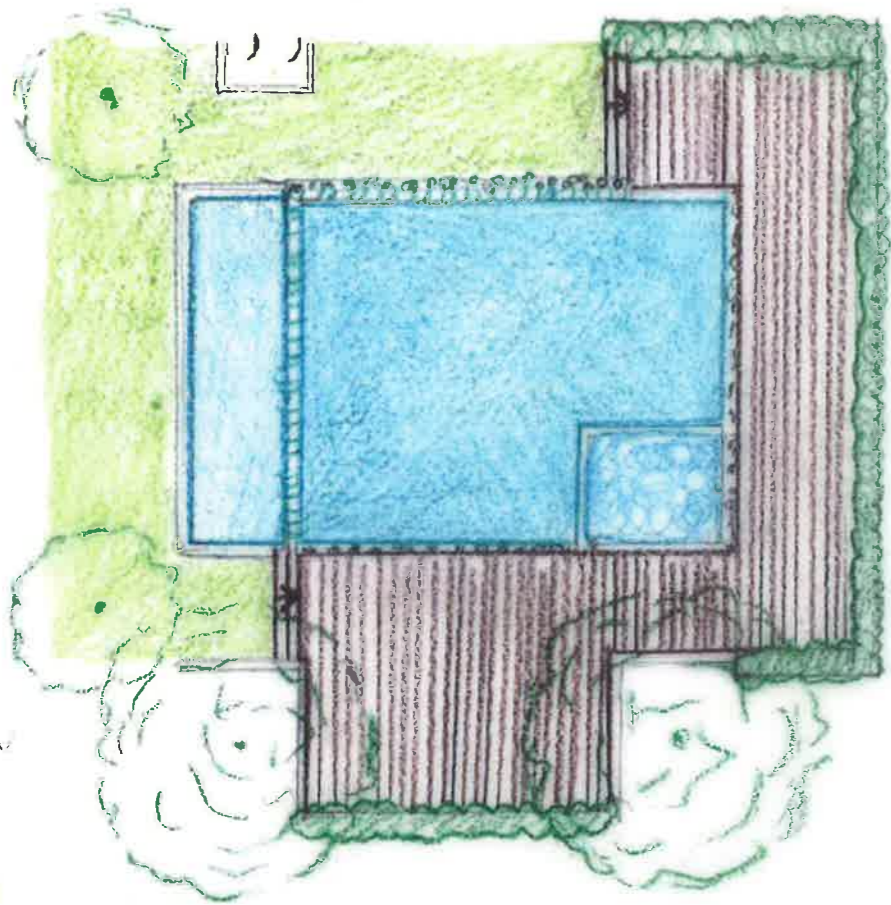


Audubon
Center

Anabasis
Center







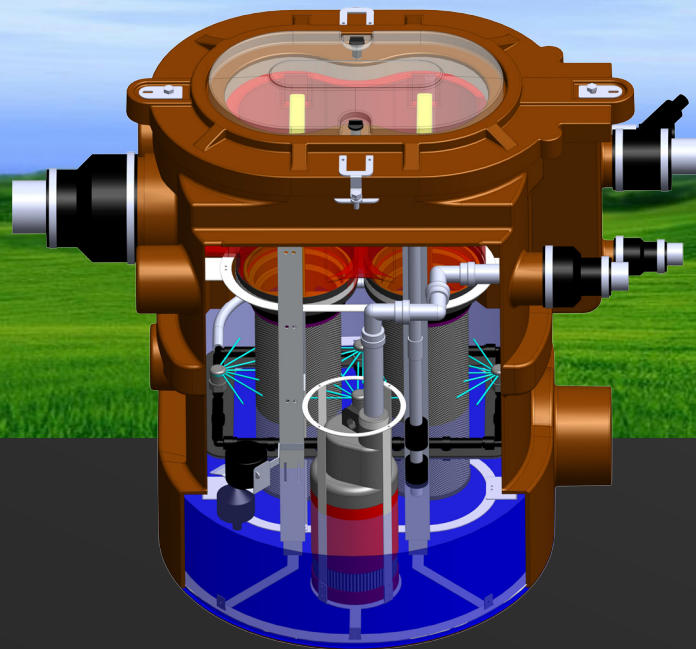
Anexo 5- Ficha técnica do sistema de rega para o tratamento e filtração das águas domésticas Flotender (fonte: FLOTENDER, 2016)

GreyLink™

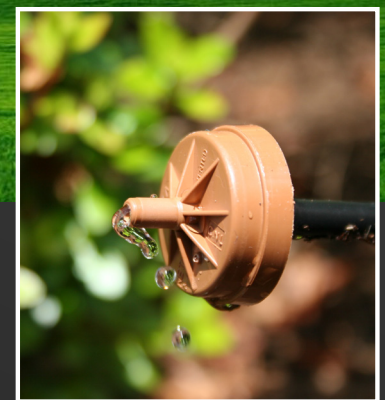
Smart Greywater Irrigation Systems



**Multiple
Zone Control**



**Advanced
Greywater Filtration**



**Efficient
Landscape Irrigation**

Sustainable Irrigation for the Entire Landscape.

GreyLink Is:

A water saving irrigation system which utilizes greywater for irrigation.

GreyLink Includes:

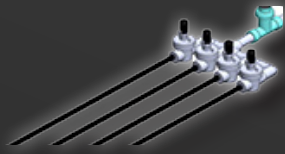
The entire greywater filtration and irrigation system with the exception of the drip distribution tubing and emitters.

GreyLink Conserves:

More water than any other water conservation system or device on the market.

Full Featured Irrigation Systems | www.greylinksystem.com

The GreyLink System is a full-featured irrigation system with many advanced features.



Multiple Zones

Supports up to 16 irrigation zones.



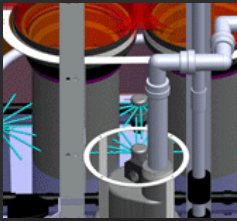
Irrigation Scheduling

Waterings can be scheduled for different times around the clock.



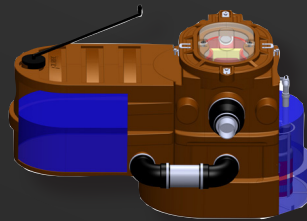
Automatic Weather Adjustments

Irrigation watering times are automatically adjusted based on weather conditions.



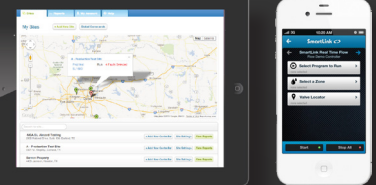
Self-Cleaning Greywater Filter

Greywater is filtered to 150 mesh through a multi-stage filtration process with a self-cleaning primary filter.



Built- In Greywater Containment

The GreyLink System includes built-in greywater containment which is expandable to suit any installation size.



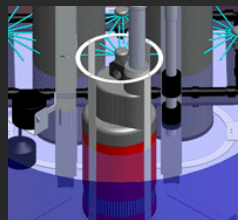
Smartphone, Tablet and PC Control

Advanced system control and reporting can be accomplished remotely and conveniently.



Potable Water Backup

When insufficient greywater is produced to irrigate the entire landscape, GreyLink will automatically supplement the irrigation system with potable water or stored rainwater.



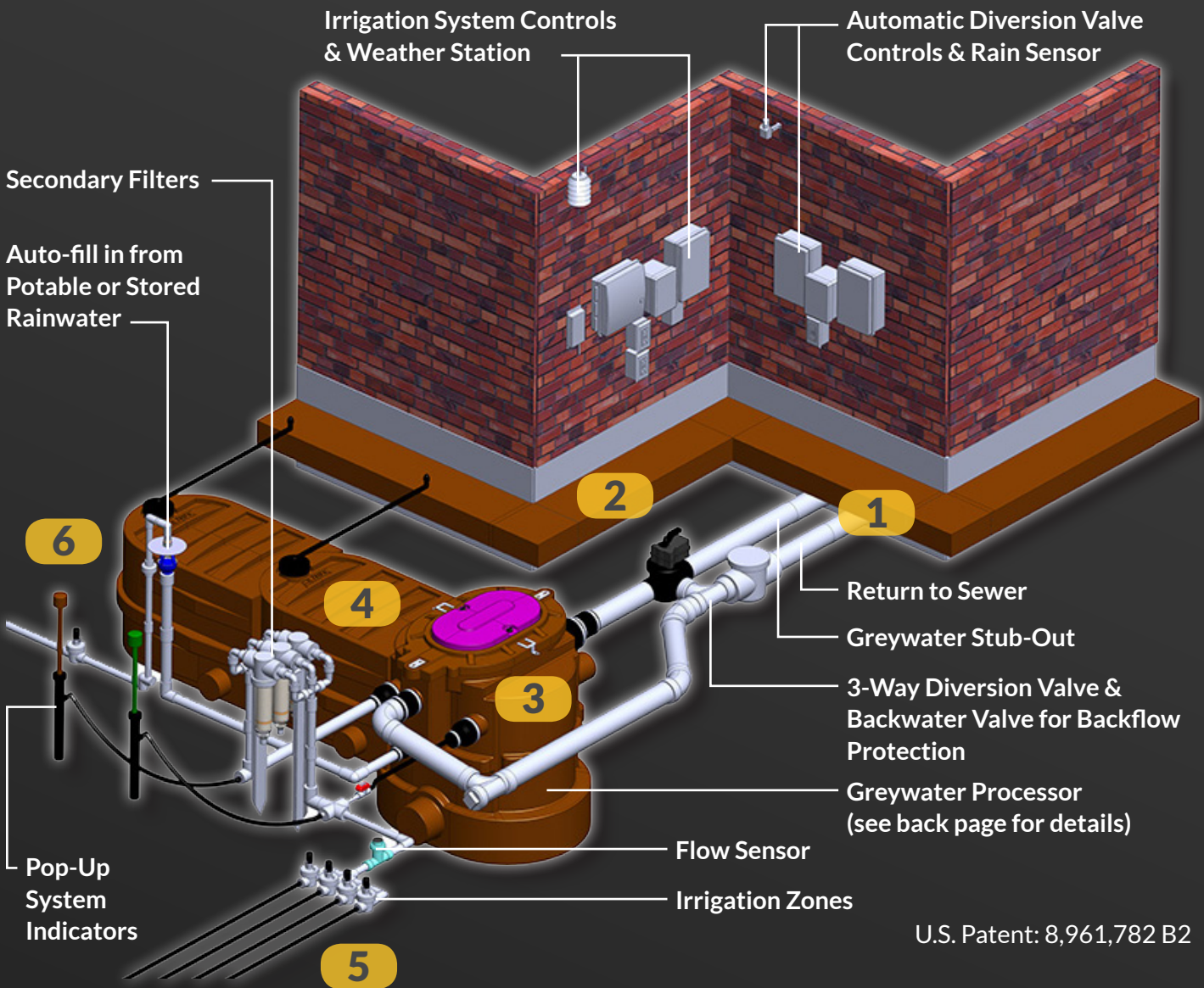
High Pressure Irrigation Pumping

The GreyLink System provides high-head pumping, allowing for the delivery of pressurized water to landscapes of varying elevation gain.



Use with Drip Irrigation

The GreyLink System is compatible with virtually any .5 GPH or more self-flushing, pressure compensating above ground or sub-surface drip emitter on the market.



1. Greywater is Produced

Showers, washing machines and sinks can be connected. Greywater flows out of the building through a separate line.

2. Routed

Greywater is diverted away from the Greywater Processor and back to the sewer during rain and freezing temperatures.

3. Processed

The GreyLink Greywater Processor removes debris from the greywater in preparation for reuse in drip irrigation.

4. Contained

The greywater is temporarily stored until the next programmed irrigation cycle.

5. Automatic Scheduled Irrigation

Based on a selected irrigation schedule, the Greywater Processor Pump is activated and the contained greywater is pumped into the distribution lines and through the drip emitters.

6. Potable Water is Added if Needed

If the stored greywater isn't sufficient for irrigation, additional potable water will be automatically added to the system to compensate for the difference.

The GreyLink Greywater Processor | www.greylinksystem.com

The GreyLink Greywater Processor provides greywater filtration, pumping and containment prior to irrigation.

Filter Access Cap with Compression Latch

Provides easy access to the filters without removing the bolt down lid

Primary Filter

Features a detachable 150 mesh (100 micron) stainless steel filter element

Filter Element

Bolt Down Lid

Provides a pump chamber which is tamper resistant

Debris Guard

Prevents debris from falling into the Greywater Processor when the bolt-down lid is removed

Irrigation Pump, Float Switch and Auto-Fill Switch

Self-Regulating Filter Wash System

Provides multi-point rotary spray to the primary filter ensuring that water flows freely through the filter element

Processor Shell

Provides protection for the internal workings of the Greywater Processor as well as contains the greywater stored in the built-in reservoir

Patent Pending

Filter Flush Tubes

Automatically removes debris from the primary filter

Filter Carriage

Supports the primary filters and is easily removed to allow access to the pumping chamber

Irrigation System

Supports multiple zones, scheduled irrigation times and advanced water usage reporting

Secondary Filters

Provides additional greywater filtration

Performance Indicators

Visual indication on the performance of the Greywater Processor

Auto-Fill Air-Gap

Provides back-flow protection for the potable water or Rainwater Auto-Fill

Add-On Greywater Containment Units

From Potable Water or Stored Rainwater Source

Anexo 6- Ficha técnica sobre as Coberturas Verdes da ZinCo
(fonte: ZINCO,2016)

Lista:

- ZinCo Extensive Green Roofs
- ZinCo Intensive Green Roofs
- ZinCo Stormwater Management Roof
- ZinCo Urban Rooftop Farming
- Zinco Walkways Driveways



PLANNING GUIDE

System Solutions for Extensive Green Roofs

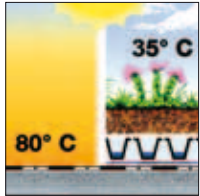
Life on Roofs



Green Oases for Our Cityscapes

The environmental, urban development and engineering advantages of green roofs:

Protection of the Roof Membrane



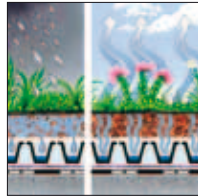
- Protects the roof membrane from UV radiation, heat, cold and hail

New Habitat



- Avoids sealing and creates new habitat for plants and animals

Rainwater Retention



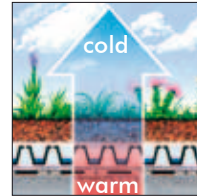
- Reduces run-off

Dust Binding



- Enhances the microclimate by filtering out dust and smog particles

Reduction of Energy Costs



- Thermal protection and reduction in heating and cooling costs

Noise Protection



- Enhances sound insulation

Features

Unlike intensive green roofs, extensive green roofs require little upkeep or maintenance.

The features at a glance:

- **Minimum maintenance:**
 - Inspection and maintenance once or twice per year
 - Water and nutrient supply mostly by natural means
- **Plant communities close to nature:**
 - Undemanding
 - Extensive
 - Self-regenerating
- **Low loads and build-up heights:**
 - Mainly substrates with layer depths of up to about 120 mm
 - Loads about 50–150 kg/m²
- **Low-cost:**
 - For set-up and maintenance

Climatic Conditions

- The System Build-ups and corresponding plant communities shown in this planning guide were designed for an average middle-european climate. Some of them are well-proven for decades.
- In extremely dry areas we recommend to increase the substrate depth in order to supply the plants with water for a prolonged period.

Biodiversity



All the information regarding vegetation technology is related to moderate continental climate and needs to be adapted in case of any other climate.

More Options with ZinCo



System Build-up "Rockery Type Plants" 4



System Build-up
"Rockery Type Plants" on 0°-Roofs 6



System Build-up
"Rockery Type Plants" on Inverted Roofs 7



System Build-up "Sedum Carpet" 8



System Build-up "Industrial Green Roofs" 10



System Build-up "Extreme Light Weight" 11



ZinCo Fallnet® – non-roof penetrating
fall arrest system 12



System Build-up "SolarVert®" 13



Details and Accessory Programme 14



European Technical Approval 15

➔ Please see our Planning Guide "Systems for Pitched Green Roofs" for information on pitched and steep pitched green roofs.

System Build-up “Rockery Type Plants”



“Rockery Type Plants” allows for an extensive green roof with sophisticated design and individual character. The “Rockery Type Plants” substrate is applied with a minimum of 70 mm in depth.

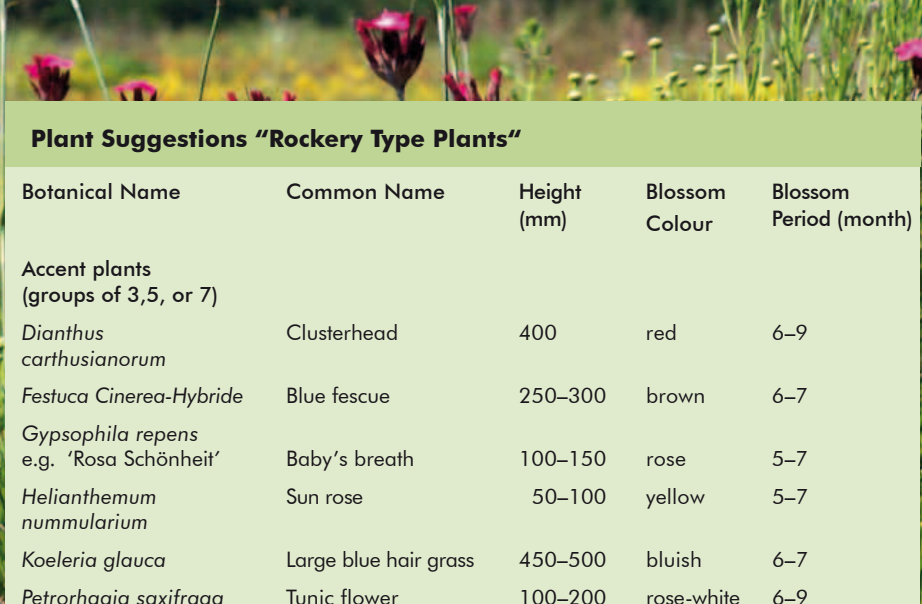
“Rockery Type Plants” vegetation consists of a wide variety of species which results in a long blooming period and allows for different accents throughout the vegetation period. Sedum species and other perennials are primarily used as a ground cover. Drought resistant perennials add flowering accents and height to the design,



Dianthus carthusianorum for example reaches up to 400 mm of height. The build-up is realized by manually planting plug plants. Thus the desired result

can be predetermined. Furthermore the colour spectrum is significantly more differentiated in comparison to “Sedum Carpet”.



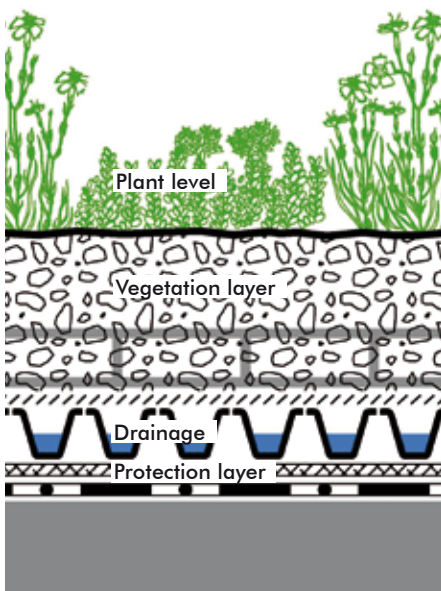
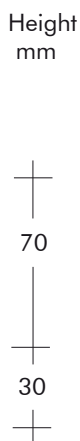


Plant Suggestions "Rockery Type Plants"

Botanical Name	Common Name	Height (mm)	Blossom Colour	Blossom Period (month)
Accent plants (groups of 3,5, or 7)				
<i>Dianthus carthusianorum</i>	Clusterhead	400	red	6-9
<i>Festuca Cinerea-Hybride</i>	Blue fescue	250-300	brown	6-7
<i>Gypsophila repens</i> e.g. 'Rosa Schönheit'	Baby's breath	100-150	rose	5-7
<i>Helianthemum nummularium</i>	Sun rose	50-100	yellow	5-7
<i>Koeleria glauca</i>	Large blue hair grass	450-500	bluish	6-7
<i>Petrorhagia saxifraga</i>	Tunic flower	100-200	rose-white	6-9
<i>Saponaria ocyroides</i>	Rock soapwort	150-200	rose	5-7
<i>Satureja montana</i> ssp. <i>illyrica</i>	Winter savory	100-150	violet	8-9
<i>Saxifraga paniculata</i>	Livelong saxifrage	200-250	white	6-7
<i>Sempervivum-Hybriden</i>	Houseleek hybrids	100-200	red/rose	7-8
Filler Plants (minimum of four different Sedum varieties)				
<i>Cerastium arvense</i> 'Compactum'	Field chickweed	50-100	white	5-6
<i>Hieracium pilosella</i>	Mouseear hawkweed	150-200	yellow	5-7
<i>Potentilla neumanniana</i>	Alpine cinquefoil	100-150	yellow	3-4
<i>Prunella grandiflora</i>	Large self-heal	200	violet	6-8
<i>Thymus doerfleri</i> 'Bressingham Seedling'	Bressingham thyme	60-80	rose	5-7
<i>Thymus serpyllum</i>	Wild thyme	50	violet	5-9

Additional Sedum varieties from the plant community "Sedum Carpet" on page 9.

Weight kg/m ²	
dry	water-saturated
70	98
2	10
72	108



Plant level as per plant suggestions "Rockery Type Plants"

System Substrate "Rockery Type Plants"

Safety Device "Fallnet®", if required (attention to load requirements)

Filter Sheet SF

Floradrain® FD 25-E

Protection Mat SSM 45

Root Barrier WSF 40,

if waterproofing is not root-resistant

Build-up height:	ca. 100 mm
Weight, saturated:	ca. 110 kg/m ²
Water retention capacity:	ca. 36 l/m ²

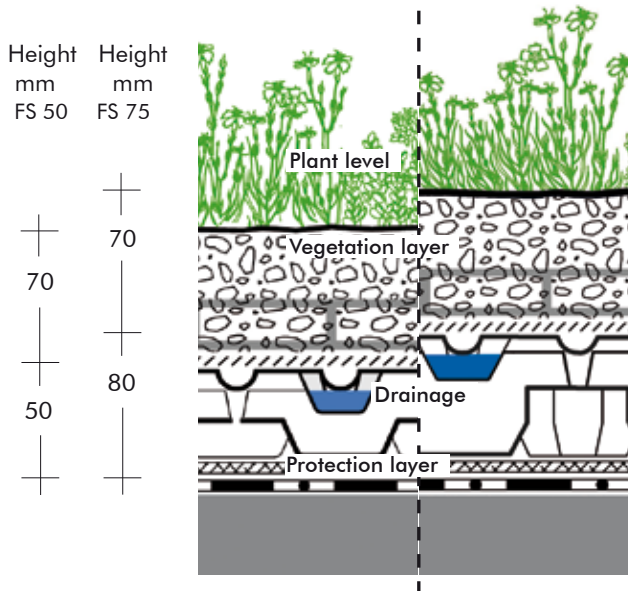
System Build-up "Rockery Type Plants" on 0°-Roofs

On 0°-roofs where deeper puddles might remain, the standard System Build-up "Rockery Type Plants" is to be modified.

By installing higher Floraset® elements (50 or 75 mm) the necessary distance to the water level is ensured. The green roof build-up will be somewhat higher but not heavier as these elements are made of extruded polystyrene hard foam and therefore have a negligible weight. The Protection Mat TSM 32 with its lower retention capacity is sufficient, as water from the puddles is made available to the plants.



Weight kg/m ²		Height mm FS 50	Height mm FS 75
dry	water-saturated		
70	98	70	70
2	7	50	80
72	105		



- Plant level "Rockery Type Plants"
- System Substrate "Rockery Type Plants"
- Safety Device "Fallnet®", if required
(attention to load requirements)
- Filter Sheet SF
- Floraset® FS 50 or FS 75
- Protection Mat TSM 32
- Root Barrier WSF 40,
if waterproofing is not root-resistant
(beneath the thermal insulation layer).

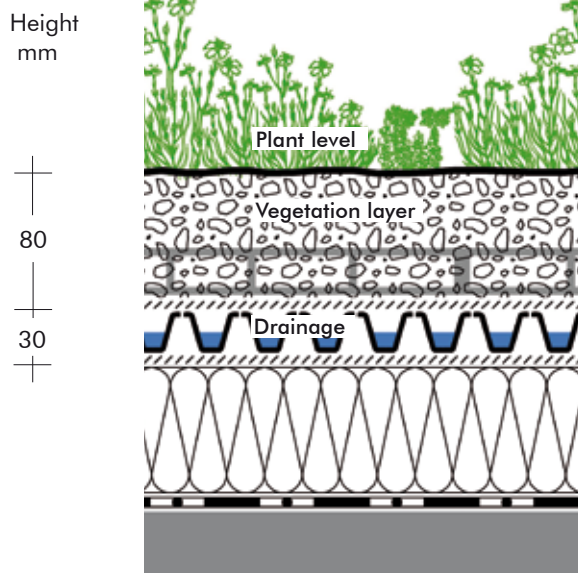
Build-up height: ca. 120 resp. 150 mm
 Weight, saturated: ca. 105 kg/m²
 Water retention capacity: ca. 33 l/m²



System Build-up "Rockery Type Plants" on Inverted Roofs



Weight kg/m ²		Height mm
dry	water-saturated	
80	112	80
2	6	30
82	118	



Build-up height: ca. 110 mm
 Weight, saturated: ca. 120 kg/m²
 Water retention capacity: ca. 36 l/m²

Plant level "Rockery Type Plants"

System Substrate "Rockery Type Plants"

Safety Device "Fallnet®", if required (attention to load requirements)

Filter Sheet SF

Floradrain® FD 25-E

Separation Membrane TGV 21

Roof construction with XPS thermal insulation

Root Barrier WSF 40, if waterproofing is not root-resistant (beneath the thermal insulation layer).



With inverted roofs, layers that prevent the diffusion of damp must not be installed above the XPS thermal insulation boards. Therefore, the water retaining protection mat must be replaced by the diffusion permitting Separation Membrane TGV 21. In the case, that root barriers are necessary they have to be placed below the insulation boards directly onto the waterproofing. A deeper substrate layer compensates for the water retention capacity of the protection mat.

System Build-up "Sedum Carpet"



"Sedum Carpet" is a shallow, ground-covering extensive green roof type. In moderate climates, it gets along with approx. 60 mm of "Sedum Carpet" System Substrate.

"Sedum Carpet" is applied, especially if both, the load often bearing capacity of the roof and the expenses for maintenance, are restrictive.

Proven sedum species, in combination with the appropriate system build-up, guarantee a long-lasting low maintenance green roof. The plant community "Sedum Carpet" contains various low-growing sedum species. The main bloo-



ming time is in early summer, with yellow or red and white flowers dominating at different times. Throughout the year, "Sedum Carpet" is represented in various shades of green. Red shades, particulary

in autumn, are a pleasant change in the visual appearance. "Sedum Carpet" is installed either by sedum cuttings or plug plants.





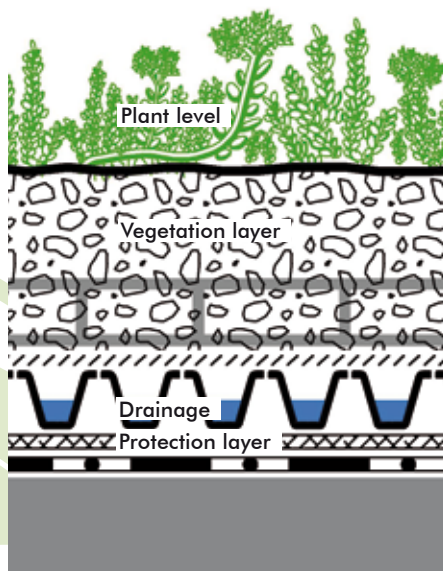
Plant Suggestions "Sedum Carpet"

Plants in small groups (groups of 3, 5 or 7)

Botanical Name	Common Name	Height (mm)	Blossom Colour	Blossom Period (month)
<i>Sedum album</i> varieties e.g. 'Coral Carpet' 'Murale'	White stonecrop varieties	50–100	white	6–8
		50–100	white	6–8
		50–100	pale-rose	6
<i>Sedum cauticum</i>	Nettle-leaved goosefoot	100–150	rose	8–9
<i>Sedum floriferum</i> 'Weihenstep. Gold'	Gold sedum	100–150	yellow	6–7
<i>Sedum hybridum</i> 'Immergrünchen'	Hybrid stonecrop	100–150	yellow	7–8
<i>Sedum reflexum</i>	Crooked yellow stonecrop	200–250	yellow	6–7
<i>Sedum sexangulare</i>	Tasteless yellow stonecrop	50–100	yellow	6–7
<i>Sedum spurium</i> in varieties. e.g. 'Album Superbum' 'Fuldaglut' 'Roseum Superbum' 'Splendens' 'Variegatum'	Dragon`s blood	100–150	white**	7–8
		100–150		7–8
		100–150		7–8
		100–150		7–8
		100–150		7–8

** infrequent blooming

Weight kg/m ²		Height mm
dry	water-saturated	
67	84	60
2	10	30
69	94	



Mixture of Sedum Cuttings according to plant suggestions "Sedum Carpet"

System Substrate "Sedum Carpet"

Safety Device "Fallnet®", if required (attention to load requirements)

Filter Sheet SF

Floradrain® FD 25-E

Protection Mat SSM 45

Root Barrier WSF 40, if waterproofing is not root-resistant

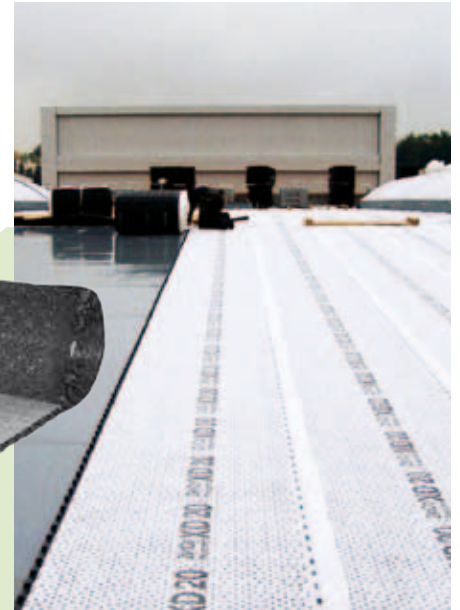
Build-up height:	ca. 90 mm
Weight, saturated:	ca. 95 kg/m ²
Water retention capacity:	ca. 25 l/m ²

System Build-up "Industrial Green Roofs"

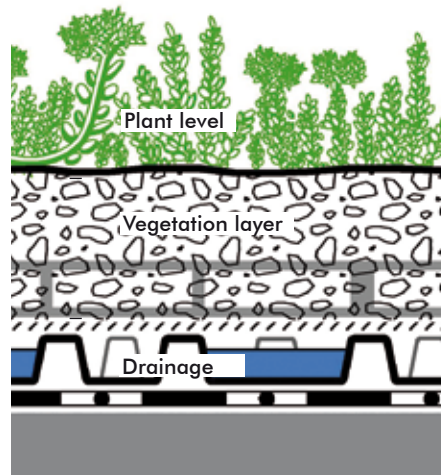
The bigger the roof area, the higher the costs. You can avoid this by omitting certain layers. However, this could be dangerous as certain functions that are important for the long-term proper performance of the green roof are no longer available.

ZinCo, therefore, has combined a number of functional layers in one product. Fixodrain® XD 20 can be installed without an additional protection layer, due to its extremely large contact surface and bonding over a large area. The

filter sheet is laminated directly onto it and it is installed in one pass. The elements are attached to each other by means of studs down the long side and the filter sheet overlaps along both the long and the top sides.



Weight kg/m ²		Height mm
dry	water-saturated	
67	84	60
1	4	20
68	88	



Hydroseeding or Sedum Cuttings as per "Sedum Carpet" plant suggestions

System Substrate "Sedum Carpet"

Safety Device "Fallnet®", if required (attention to load requirements)

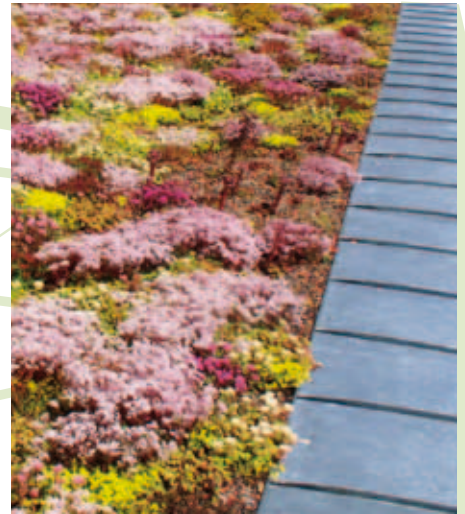
Fixodrain® XD 20

Root Barrier WSF 40 and Filter Sheet PV, if waterproofing is not root-resistant

Build-up height: ca. 80 mm
 Weight, saturated: ca. 90 kg/m²
 Water retention capacity: ca. 20 l/m²



System Build-up "Extreme Light Weight" up to a Roof Pitch of 5°

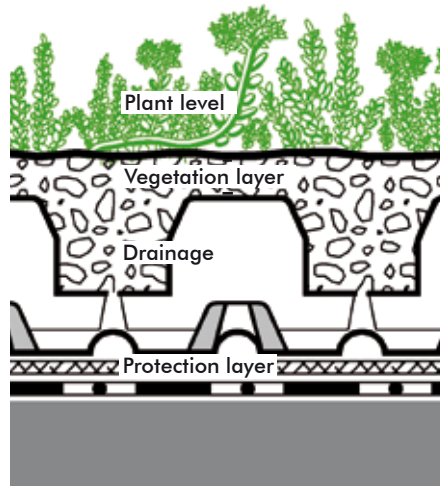


For some roof areas, even the Standard Build-up "Sedum Carpet" is too heavy. The solution is a system build-up with Floraset® FS 75. Less substrate is required as it is not applied equally but mainly fills the gaps between the high studs of the element. Although they start gro-

wing mainly in those "planting pots" the Sedum plants still form a dense ground cover which is supported by mosses over the course of time. The build-up weight is approx. 60 kg/m². In areas with little annual precipitation and also on pitched roofs either additional substrate which

effects weight and build-up height is required or irrigation is to be provided.

Weight kg/m ²		Height mm
dry	water-saturated	
37	55	65
2	5	30
39	60	



Plug Plants FB 50 "Sedum Carpet"

System Substrate
"Rockery Type Plants Light"

Floraset® FS 75

Protection Mat TSM 32
Root Barrier WSF 40,
if waterproofing is not root-resistant

Build-up height: ca. 100 mm
Weight, saturated: ca. 60 kg/m²
Water retention capacity: ca. 21 l/m²

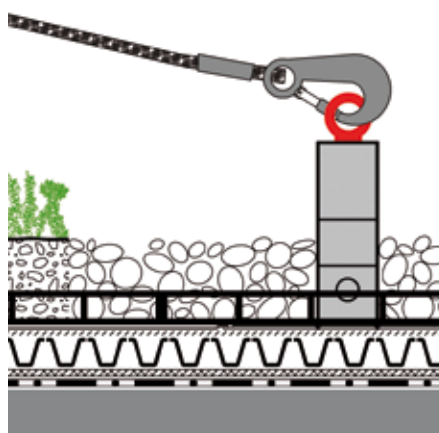
ZinCo Fallnet® – non-roof penetrating fall arrest system

Suitable equipment must be available in order to ensure safe working conditions on flat roofs. Single anchor points are possible as are rail solutions and railings. Any decision when choosing a system should not be made solely in consideration of cost but must also consider the type and scope of the works that are to be carried out on the roof.

All ZinCo fall arrest systems are anchored to the roof by the weight of the green roof build-up, therefore, roof membrane penetration is not necessary.

The Fallnet systems can be integrated into any ZinCo system build-up, provided there are sufficient load reserves available. We will be pleased to draw up a plan specifically for your building.

For further information, please see www.zinco-greenroof.com



Fallnet® Anchorage point

Grid with Fallnet® base plate

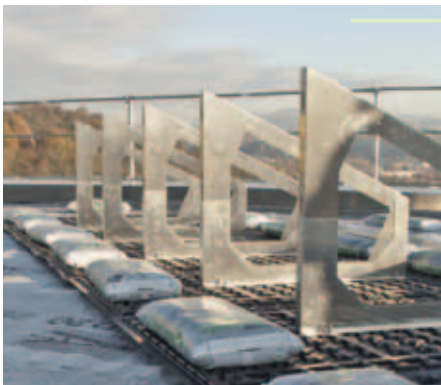


Every Fallnet® SR is delivered with an identification label securely attached at the anchor eye. On this label you will find information about the product type, standard testing method, date of manufacture and serial number. If required, this information allows to document, even after decades, the contractor and the planning for this protect.

The horizontally installed rail allows for the use of the whole radius surrounding the gliding runner, which is an ideal and efficient application on narrow roofs.

ZinCo Railing Solutions – attractive, functional and installed on the roof without penetration of the waterproofing.

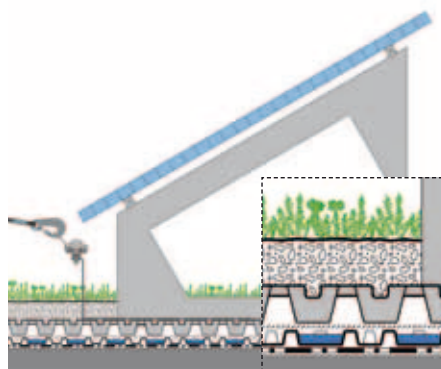
System Build-up "SolarVert®"



Either a solar energy system or a green roof? That was the past! With the system build-up SolarVert® (Fixodrain® XD 20, ZinCo Solar Base® and basic frame), the combination of solar panels and green roof achieve even greater efficiency. And, there is no need to penetrate the roof membrane as the load required to keep the system permanently stable is provided by the green roof itself. The solar bases can be placed wherever they are required on the Fixodrain® layer.

The development of the solar base has enabled ZinCo to add yet another benefit to the list of advantages of a green roof: the integration of solar energy use into the green roof build-up. With the ZinCo solar base which is integrated into the SolarVert® system build-up, the performance of the green roof as an ecological compensation area is fully preserved.

For further information, please see www.zinco-greenroof.com



Solar Panel

Solar Base Frame SGR 25/30/45

Plug Plants FB 50 "Sedum Carpet" or Sedum Cuttings
System Substrate "Sedum Carpet",
Depth depends on the superimposed load required

ZinCo Solar Base SB 200

Fixodrain® XD 20

Root Barrier WSF 40 and Filter Sheet PV, if waterproofing is not root-resistant

Accessories and Details Programmes

Perimeters

In line with the "German Guidelines for Roofs with Waterproofing", an upstand height of at least 100 mm above the surface covering is required at the roof perimeter. The parapet should have a covering that slopes towards the roof. The protection mat and, where required the root barrier, are drawn upwards and secured.

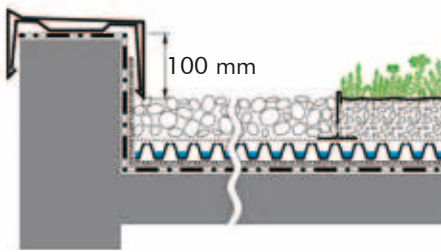
Increased loads must be applied to loosely laid roof waterproofing sheets around the

roof perimeter and corner areas where there is high wind suction (high building, exposed location ...). This is very often provided by means of sufficiently wide and heavy edge strips consisting of concrete slabs or grass pavers.

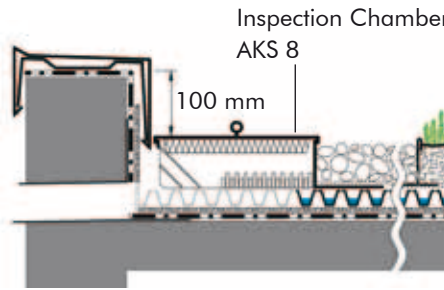
If in projects with high wind loads the perimeter and corner areas of the roof are to be part of the green roof, the vegetation cover must be closed immediately. EcoSedum® is ideal here. These pre-

greened grid elements are securely fixed to each other by an interlocking plug connection system. They are sufficiently permeable when greened so that wind suction forces cannot find purchase.

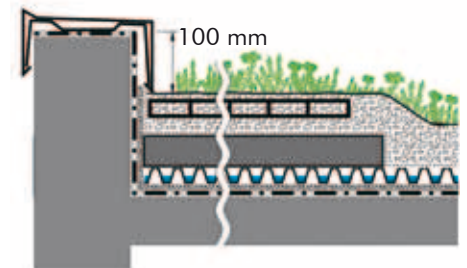
Pre-cultivated EcoSedum® elements can be used both in combination with concrete slabs (loosely laid waterproofing) and on their own (adhered or mechanically fixed waterproofing layer).



Standard perimeter solution

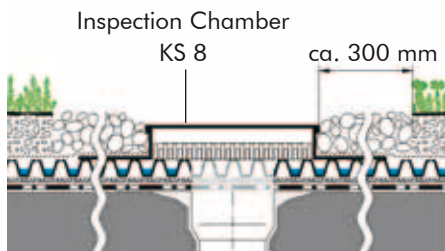


Draining flat roofs by means of water spouts integrated into the parapet



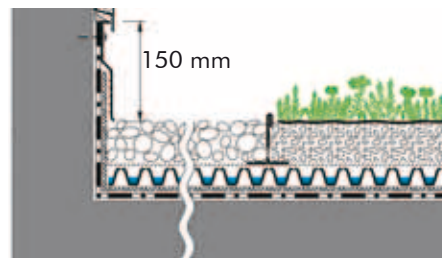
Perimeter solution for high wind loads with pavers and EcoSedum® (loose waterproofing)

Roof Drains and Inspection Chambers

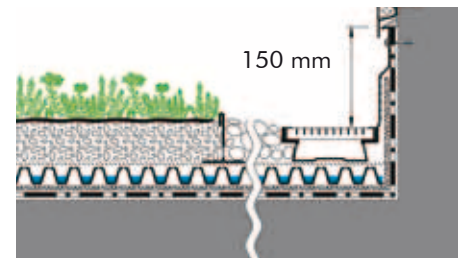


Usually, the drainage of flat roofs is achieved through roof drains. Their quantity as well as their dimensioning is to be determined in accordance with European and German Standard DIN EN 12056-3 and DIN 1986. Inspection chambers make sure the roof drains remain accessible and therefore can be cleaned easily, if necessary.

Wall Connection



The connection to walls needs to be waterproof. Therefore the protection mat, the waterproofing and the root barrier are taken up at least 150 mm above the finished surface of the green roof build-up and fixed with a protection profile. In front of facades the installation of additional drainage channels is



recommended in order to lead rainwater directly into the drainage layer. If only little water is expected, a simple gravel strip is sufficient.



ZinCo Green Roofing Systems now with European Technical Approval!



As early as May 2008, ZinCo made an application through the DIBt (German Center of Competence in Civil Engineering) suggesting that the EOTA (European Organisation for Technical Approval based in Brussels) create a programme for testing green roof systems. Once this application was granted and a panel of experts had met on a number of occasions, the EOTA passed a CUAP (Common Understanding of Assessment Procedures) in May 2011 which listed the assessment criteria for "Kits for Green Roofs".

In accordance with this CUAP not only well-known parameters such as the FLL test for root barriers, compressive

strength and water flow capacity of drainage elements or physical or chemical properties of substrates were tested. New criteria such as protection provided by protective layers as per EN ISO 13428 or the determination of the water flow capacity of drainage layers as per EN ISO 12958 were also included.

This provided the pre-conditions that would enable the most varied type of green roof systems to receive European Technical Approval.

ZinCo immediately applied to the DIBt for approval for System Build-ups for both extensive green roofs and for simple

intensive and intensive green roofs. The ETA was issued in June 2013 with the number 13/0668. It includes a considerable number of our proven system build-ups and now allows us to affix the CE mark to these System Build-ups. This is, on the one hand, a requirement for unimpeded access to the European market and its Member States. On the other hand it provides planners, clients and others working with our products the guarantee that the required certification has been carried out for a given green roof system and that the Build-ups and the products are in compliance with the requirements of the approval.

At the moment, the following two build-ups in the EXTENSIVE application range have European technical approval:

	Extensive green roof "Sedum Carpet"	Extensive green roof "Rockery Type Plants"
Root Barrier (optional)	(Root Barrier WSB 100-PO)	(Root Barrier WSB 100-PO)
Protection Mat	Protection Mat TSM 32 / Protection Mat SSM 45	Protection Mat TSM 32 Protection Mat SSM 45
Drainage Element	Floradrain FD 25-E Fixodrain® XD 20	Floradrain FD 25-E
Filter sheet	Filter Sheet SF	Filter Sheet SF
Substrate layer	System Substrate Sedum Carpet	System Substrate Rockery Type Plants

The number of European-approved products and systems will be expanded gradually.



Ecological Protection Layers with System!

This Planning Guide aims to give you a general overview of the technology involved in the various extensive green roof options.

Our technical experts will be pleased to advise you on specific solutions for your own individual building projects: from the planning phase right through to creating your specification texts.

Challenge us!



ZinCo GmbH · Lise-Meitner-Strasse 2 · 72622 Nuertingen · Germany
Phone: +49 7022 6003-0 · Fax: +49 7022 6003-100
www.zinco-greenroof.com · info@zinco-greenroof.com



PLANNING GUIDE

System Solutions for Intensive Green Roofs

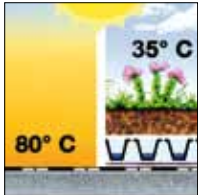
Life on Roofs



Green Oases for Our Cityscapes

The environmental, urban development and engineering advantages of green roofs:

Protection of the Roof Membrane



- Protects the roof membrane from UV radiation, heat, cold and hail

New Habitat



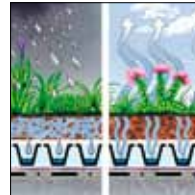
- Avoids sealing and creates new habitat for plants and animals

Utilized Roof Areas



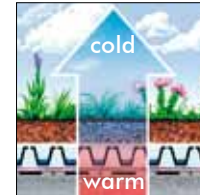
- Additional space for improved quality of life

Rainwater Retention



- Reduces run-off

Reduction of Energy Costs



- Thermal protection and reduction in heating and cooling costs

Noise Protection



- Enhances sound insulation

Features

Unlike extensive green roofs, intensive green roofs offer almost endless possibilities of design. However depending on the kind of vegetation intensive green roofs require more maintenance.

The features at a glance:

- **Maintenance:**
 - Medium to high level of maintenance
 - Periodic to regular irrigation
- **Plant communities:**
 - Herbs, grasses, perennials, lawn, shrubs, bushes and trees
- **Loads and build-up heights:**
 - Build-up height from 150 to 800 mm
 - Weight from 160 to 1200 kg/m²
- **Costs:**
 - Higher costs

Principles

At ZinCo, intensive green roofs are installed in accordance with standards and with system.

Our six principles at a glance:

- The System Build-up is tailored to suit each roof.
- The System Build-up ensures permanent drainage, even under load.
- The System Build-up provides for a good water/air balance.
- The System Build-up is adapted to suit the required type of vegetation.
- The System Build-up keeps maintenance and upkeep to a minimum.
- The System Build-up provides for a long green roof life.



More Options with ZinCo



System Build-up "Roof Garden"

4



System Build-up "Summer Plains"

6



System Build-up "Heather with Lavender"

8



System Build-up
"Green Underground Car Park Deck "

10

Perfect Solutions down to the Last Detail



Planting Bushes and Trees

12



Substrate Depth Depends
on Type of Plants

13



Ponds and Pools

13



Roof Dam Irrigation

14



Intensive Greening on Roofs
with Low Edging

14



Guardrails

15



Foundations for Supporting Structures

15

System Build-up "Roof Garden"



The "Roof Garden" green roof system is a multifunctional green roof build-up with high water storage. It is suitable for lawns, perennials, and with deeper system substrate, for shrubs and trees. Integration with hard landscapes, for example, walkways, terraces, driveways or play areas, etc. is also possible.

Floradrain® FD 60 elements, the heart of this system build-up, can also be used as a shuttering for concrete to create foundations for supporting structures without penetrating the roof membrane or impeding water drainage. The drainage capacity is tested according to EN ISO 12598.

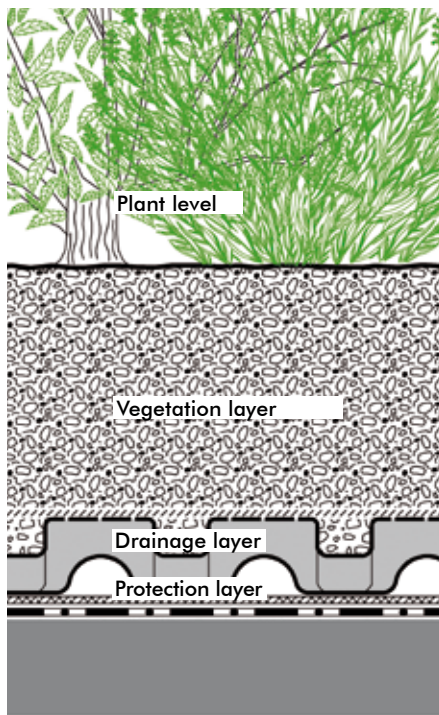


On zero degree roofs, a roof dam irrigation system can be installed which stores up to 40 mm of water. This makes for lush plant growth on relatively thin substrate layers. The "Roof Garden" build-up allows for the realisation of a variety of design concepts, even waterfeatures.





Weight kg/m ²		Height mm
dry	water- saturated	
from 200	from 300	from 200
32	42	70
232	342	



Lawn, perennial plants, and with deeper substrate, also shrubs and small trees

System Substrate "Roof Garden"
or System Substrate "Lawn"

Filter Sheet SF
Floradrain® FD 60 filled with Zincolit® Plus

Protection Mat ISM 50
Root Barrier WSB 100-PO,
if waterproofing is not root-resistant

Build-up height: from 270 mm
Weight, saturated: from 340 kg/m²
Water retention capacity: from 110 l/m²

System Build-up "Summer Plains"

Up to now, light-weight solutions were only possible in the field of extensive green roofs. However, with the System Build-up "Summer Plains" the balancing act between "light-weight" and "intensive" can easily be mastered. It allows for visually appealing prestigious designs even on roofs with a low load bearing capacity.

The drainage element Aquatec® AT 45 and the Wicking Mat DV 40 are the heart of this build-up. The basic principle involves the distribution and storage of water in the element cells which is then drawn upwards when required, through the wicks in the mat to the substrate layer. The water is fed through special dripper-lines and the amount is controlled by the specially-developed electronic Irrigation Manager BM 4.

Water consumption is significantly lower with this type of irrigation than is the case with irrigation from above, as the water is available directly in the root area and there is considerably less evaporation. Due to this sophisticated kind of irrigation substrate depths can



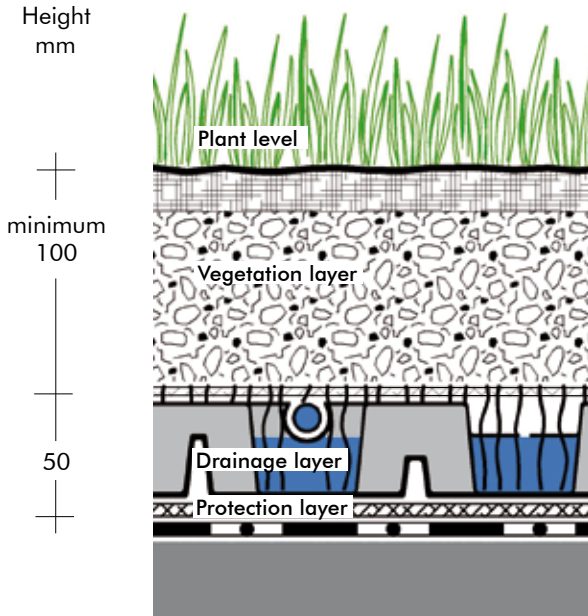
be reduced up to 50 % in comparison to other intensive build-ups which results in a lower system weight. Furthermore the Aquatec® elements do not require an infill as some other build-ups which also contributes to reduction in material requirements, installation costs and weight.

One greening variation is the herb-turf roll, for example, which was specially developed for this build-up. Depending on cutting frequency, it can be used either as a lawn for access or as a herb meadow.





Weight kg/m ²		Height mm
dry	water-saturated	
95	140	minimum 100
4	25	50
99	165	



Vegetation

System Substrate "Lawn"

Wicking Mat DV 40
Aquatec® AT 45 with Dripperline 100-L1

Filter Sheet PV
Root Barrier WSB 100-PO,
if waterproofing is not root-resistant

Build-up height: from 150 mm
Weight, saturated: from 165 kg/m²
Water retention capacity: from 65 l/m²



Slotting the dripperlines into place. The lines are then connected to the control system.



When installed, the wicks in the Wicking Mat dip into the cells and carry the water to the substrate.



Perfectly implemented technology allows for lots of variety with an intensive green roof.

System Build-up “Heather with Lavender”

The semi-intensive system build-up “Heather with Lavender” allows for sophisticated planting design. Nevertheless, compared to intensive green roof build-ups, it manages with relatively low maintenance and relatively low build-up heights.

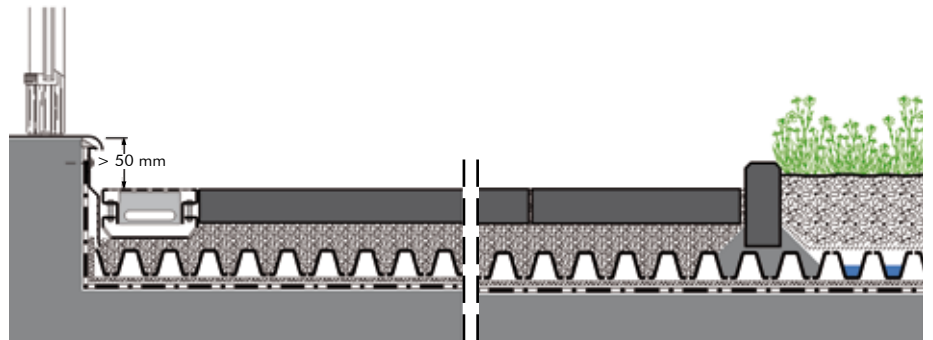


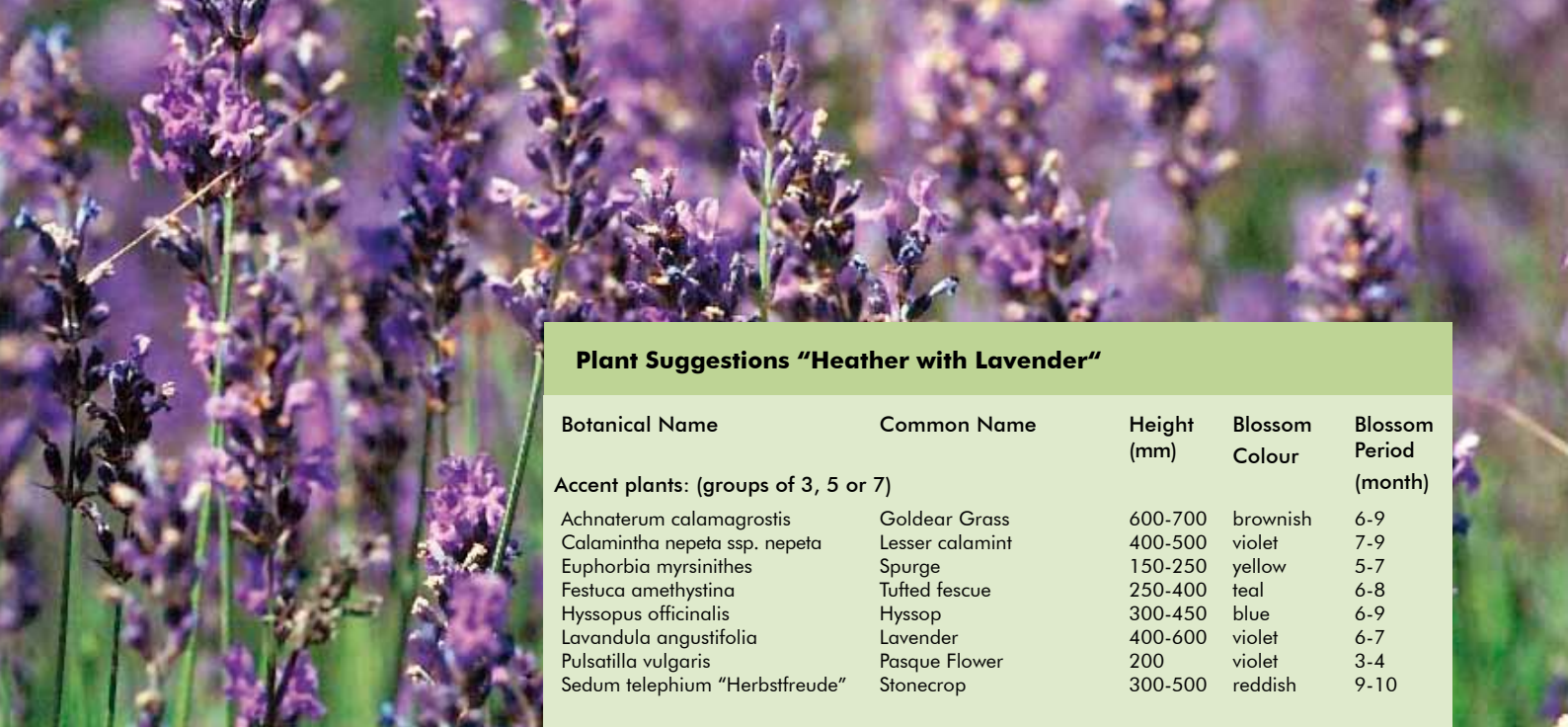
The plant community can be chosen amongst a wide variety of draught resistant perennials, grasses and low shrubs, for example thyme, organum or lavender.

The relevant “Heather with Lavender” system substrate, which has been specifically designed for the plant community “Heather with Lavender”, in combination with the water retention and drainage element type Floradrain® FD 40-E creates the necessary habitat conditions so that the “Heather with Lavender” – once rooted – requires little maintenance.

Floradrain® FD 40-E is ideal as a sub-structure for green roofs, but it can be applied just as well under concrete slabs or paved surfaces. Moreover, borders between different areas can be founded in a stable and secure manner. Kerbs can be set directly in concrete or mortar onto the Floradrain® without impeding the water run off.

Floradrain® also safely drains the excess water out of the channels or grills, which are often installed to safeguard door sills. In this case, the required upstand height which is normally 150 mm, according to the German “Flat Roof Principles”, can be reduced to 50 mm above the finished surface. Under concrete slabs, which should have a fall of at least 1 %, the troughs of the Floradrain® elements must be filled with stone chippings. Also, the Floradrain® elements are to be laid “upside down” with the openings facing the protection mat.





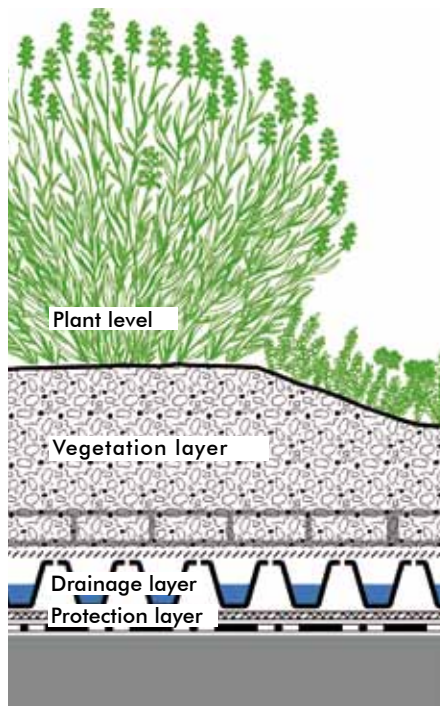
Plant Suggestions "Heather with Lavender"

Botanical Name	Common Name	Height (mm)	Blossom Colour	Blossom Period (month)
Accent plants: (groups of 3, 5 or 7)				
<i>Achnatherum calamagrostis</i>	Goldear Grass	600-700	brownish	6-9
<i>Calamintha nepeta</i> ssp. <i>nepeta</i>	Lesser calamint	400-500	violet	7-9
<i>Euphorbia myrsinites</i>	Spurge	150-250	yellow	5-7
<i>Festuca amethystina</i>	Tufted fescue	250-400	teal	6-8
<i>Hyssopus officinalis</i>	Hyssop	300-450	blue	6-9
<i>Lavandula angustifolia</i>	Lavender	400-600	violet	6-7
<i>Pulsatilla vulgaris</i>	Pasque Flower	200	violet	3-4
<i>Sedum telephium</i> "Herbstfreude"	Stonecrop	300-500	reddish	9-10

Ground covering plants:

<i>Anaphalis triplinervis</i> "Sommerschnee"	Pearly everlasting	200-250	white	7-9
<i>Armeria maritima</i> i.S.	Sea thrift	150-250	rosa	5-6
<i>Chamaemelum nobile</i> "Plena"	Double Flowering Chamomile	200-250	white	6-8
<i>Fragaria vesca</i> var. <i>vesca</i>	Crinita woods-strawberry	200-250	white	4-6
<i>Hypericum polyphyllum</i>	St. Johnswort	100-150	yellow	6-7
<i>Matricaria caucasica</i>	Caucasian Chamomile	150	yellow; white	5-7
<i>Nepeta x faassenii</i>	Faasen's catmint	250-300	violet	6-9
<i>Oenothera missouriensis</i>	Ozark sundrops	200-250	light yellow	6-9
<i>Origanum vulgare</i> "Compactum"	Compact marjoram	150	light rosa	7-9
<i>Teucrium chamaedrys</i>	Germander	200-250	rosa	7-8

Weight kg/m ²		Height mm
dry	water-saturated	
100	150	100
-	-	150
150	225	
3	11	40
103	161	
-	-	
153	236	



Plant level "Heather with Lavender",
16 pcs/m²

System Substrate "Heather with
Lavender", from 100 mm

Fallnet®
Filter Sheet SF
Floradrain® FD 40-E
Protection Mat SSM 75
Root Barrier WSF 40,
if waterproofing is not root-resistant

Build-up height: ca. 160 mm
Weight, saturated: ca. 195 kg/m²
Water retention capacity: ca. 70 l/m²

System Build-up “Green Underground Car Park Deck”



Due to the accessibility of underground car park decks and their normally generous structural load reserves, they provide a good opportunity for using a build-up where the substrate can be applied using a wheel loader.

In the System Build-up “Green Underground Car Park Deck”, the Protectodrain® or Elastodrain® studded sheets that cover the entire area, protect the roof membrane from all types of dynamic forces, even during the building phase. Covered with the stable filter sheet TG or PV, they also allow for excess water to safely drain off.

Together with Zincolit® Plus and the system substrates, the build-up offers the widest possible range of solutions for planting and design. Frequently, green areas are installed on underground car park decks in conjunc-

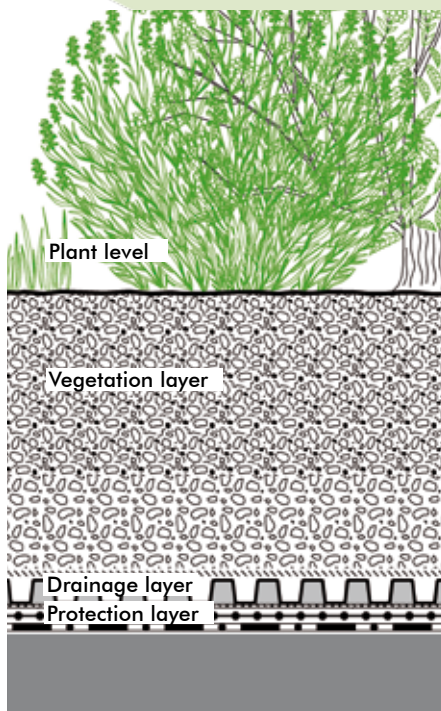


tion with different types of pathways or vehicle surfaces. Whether it's a car space or a fire station entrance, grass pavers, block paving or concrete slabs – there are many options. For further details,

please see our ZinCo Planning Guide “Walkways and Driveways”. Simply request our catalogue or download it from www.zinco-greenroof.com



Weight kg/m ²		Height mm
dry	water- saturated	
from 200	from 300	from 200
depending on total substrate depth		
5	5	30
205	305	



Lawn, perennials and with deeper substrate layers also shrubs and small trees

System Substrate "Roof Garden" or "Lawn"

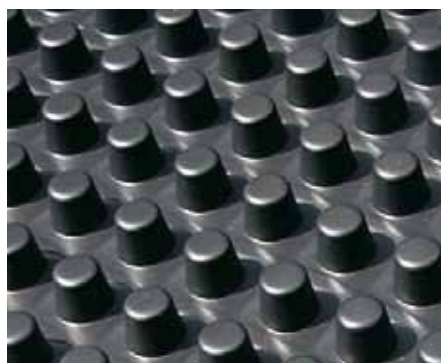
Zincolit® Plus, in case of substrate depths ≥ 350 mm

Filter Sheet TG

Protectodrain® PD 250

TGF 20

Root Barrier WSB 100-PO,
if waterproofing is not root-resistant



Protectodrain® PD 250



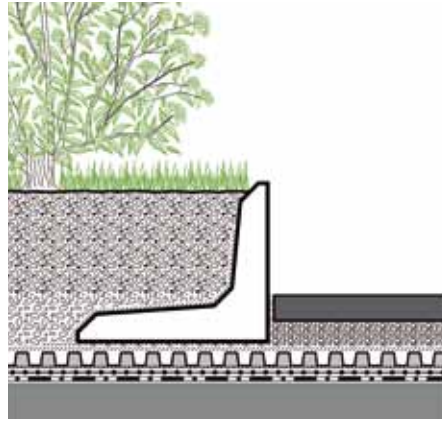
Elastodrain® EL 202

Protectodrain® PD 250 and particularly Elastodrain® EL 202 with its dense stud-
ding are ideal sub-structures for all types
of pathway and vehicle surface.

Perfect Solutions down to the Last Detail

Planting Bushes and Trees

In order to establish trees and bushes permanently on roof areas, it is often necessary to create more space for the roots by forming special planting areas with higher substrate level, such as planters or mounds. Anchor fixings are often used for securing bushes and trees against wind damage and can be attached to the borders of planters. If there is no possibility to do so, the plants can also be tied for example, to galvanized reinforcing mats, which are laid into the substrate layer or fastened to perforated paving slabs. Within a System Build-up, not only "mounds", but also borders for areas of deeper and varied substrates are possible, for example, if bushes were to be planted around a roof garden for more privacy. An attractive possibility to create such borders are the ZinCo Concrete Kerbs.



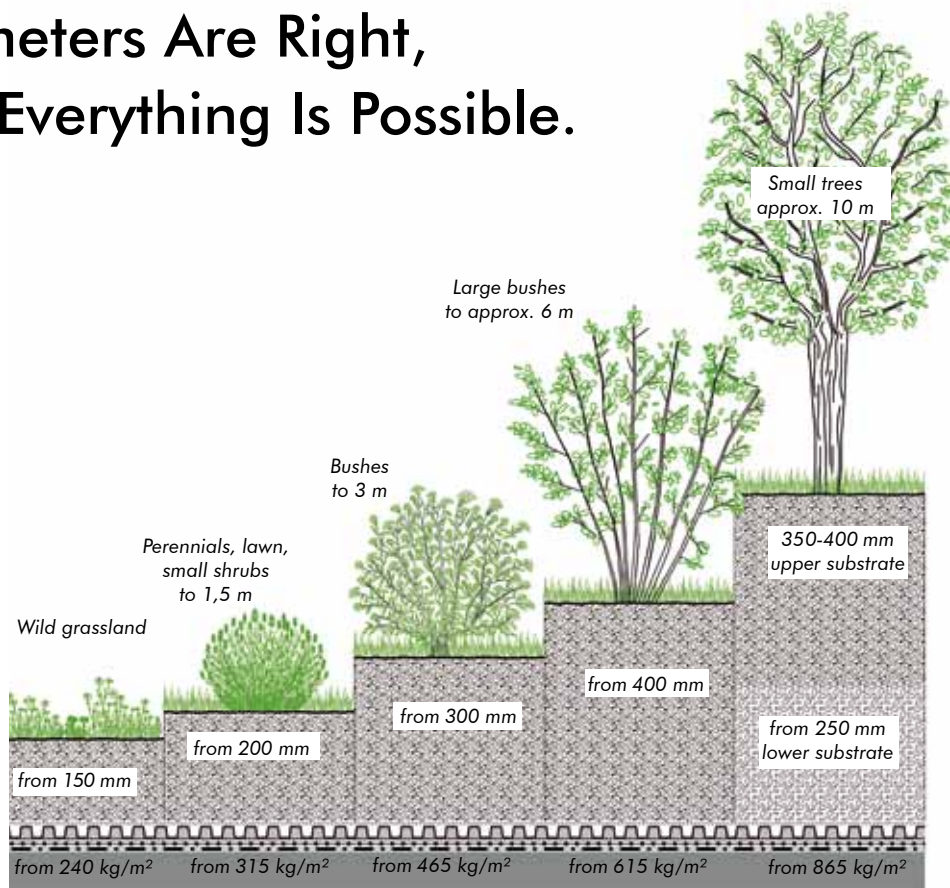
Even Bamboo can be applied on a roof but requires special safety measures.



If Parameters Are Right, Almost Everything Is Possible.

Substrate Depth Depends on Type of Plants

Plant growth is especially affected by the type and depth of applied substrate. On a substrate height of approx. 150 mm, near-natural wild grasslands are possible. For sophisticated perennial plantings, as well as for bushes and trees, higher substrate levels are required. The potential for horizontal extension of the roots of trees and bushes must be ensured. ZinCo offers a range of substrates with which every green roof request can be fulfilled.



Ponds and Pools

With the correct design, ponds and pools can be installed on roof decks. They should generally be placed above the drainage layer and lined separately with a special plastic membrane; should the pool ever leak, the water will flow to the regular roof drainage. It is recommended to have at least 300 mm depth of water to compensate for the higher evaporation rate on high and exposed buildings.



Expertise in Water Management and Restrictive Building Conditions

Roof Dam Irrigation

In roof gardens it is useful to conserve as much rainwater as possible to reduce the need for additional watering. The spacious channels forming the underside of the Floradrain® FD 60 allow for water storage of 40 mm in depth. The water is stored across the roof area and reaches the plants by capillary action and evaporation. Water storage is easily achieved by installing roof dam elements above the roof outlets. A roof laid at 0° fall is required to include this system, along with a suitable membrane for such use.

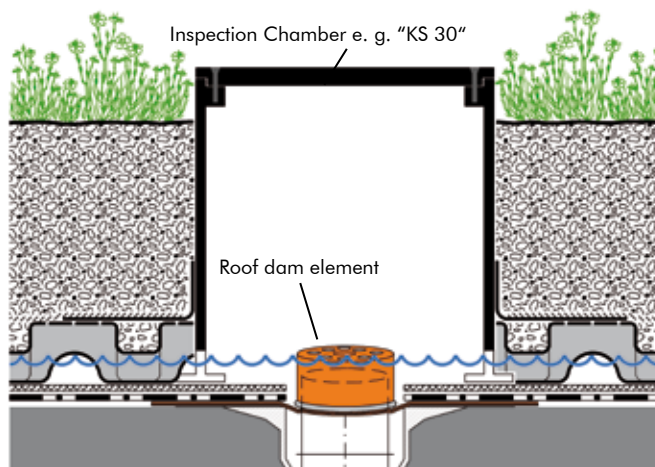
Inspection chambers make it possible to examine and maintain the roof dam elements at any time. With automatic irrigation machines, for example the float-controlled "B 32" or the larger "B 52", a minimum water storage can be maintained even in periods of drought. Drinking water, as well as "recycled" grey water, can be used for irrigation.



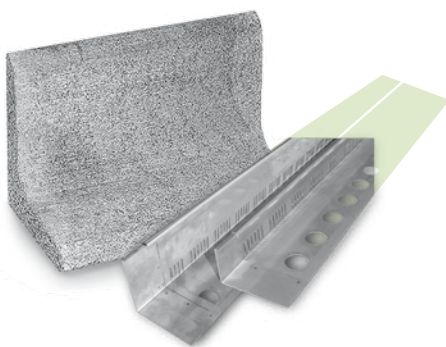
An inspection chamber incorporated into the system build-up



Roof dam element for long-term irrigation

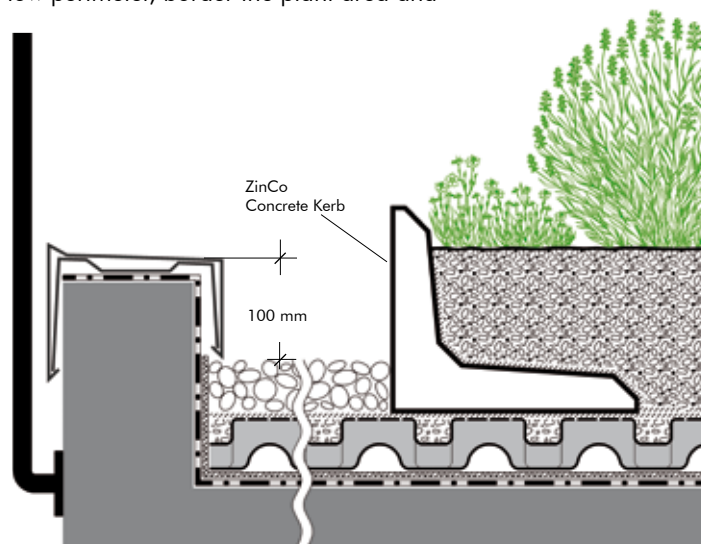


Intensive Greening on Roofs with Low Edging



Even with low perimeter upstands, intensive green roofs with higher build-ups can be installed. Concrete L-kerbs or stainless steel profiles, set in from the low perimeter, border the plant area and

allow for a greater depth of substrate. Thus, they ensure continuous and effective drainage beneath the plant beds and the roof edge.



Top Priority for Roof Gardens: Solutions without Roof Penetration



Guardrails

Roofs that are intended for access require a surrounding guardrail for safety purposes.

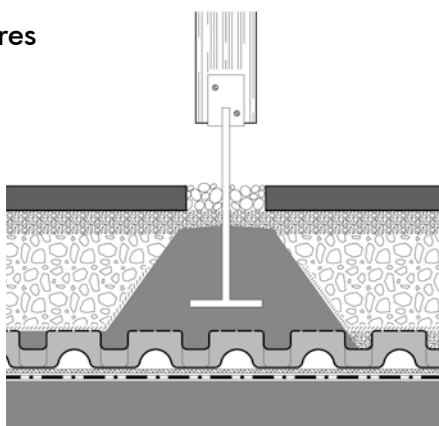
The ZinCo Guardrail Base GB provides the perfect solution without penetrating the roof membrane. It is suitable for both a ZinCo Guardrail and a proprietary handrail adapted to suit the architecture of the building. The guardrail can be fitted without special tools.

The Guardrail Base GB is placed either beneath the green roof, a gravel strip or suitable paving slabs which in each case provide the required load.

Foundations for Supporting Structures

Floradrain® FD 60 can also be used locally as a formwork enabling foundations for various furnishings without penetration of the roof membrane. The channel system on the underside of the elements ensures the unimpeded drainage of excess water.

As protection from sintering, carbonate release should be prevented by means of the type and surface treatment of the concrete and through the choice of suitable aggregate materials.



Creating Space – with System!

This Planning Guide aims to give you a general overview of the technology involved in the various intensive green roof options.

Our technical experts will be pleased to advise you on specific solutions for your own individual building projects: from the planning phase right through to creating your specification texts.

Challenge us!



ZinCo GmbH · Lise-Meitner-Strasse 2 · 72622 Nuertingen · Germany
Phone: +49 7022/6003-0 · Fax: +49 7022/6003-100
www.zinco-greenroof.com · info@zinco-greenroof.com



THE BLUE GREEN SOLUTION FOR THE CITIES OF THE FUTURE

System Build-up "Stormwater Management Roof"

Life on Roofs



Why a Stormwater Management Roof?

In water management, retention refers to the balancing effect created by storage areas on stormwater run-off into waterways. There is an increasing demand for stormwater retention as changing weather conditions (i.e. more extreme local rain events) can result in an entire drainage

system being overwhelmed. With a Stormwater Management Roof, for the purposes of flood protection, a large portion of precipitation is detained on the roof area and is then released into the drainage system (see photos below) during a pre-defined period (between

24 hours and a few days). Meanwhile, all those elements (water storage for the plants, air-water household in the root area etc.) that are of vital importance for the proper functioning of the green roof are preserved.

Using a Green Roof for Stormwater Management

Every green roof build-up delays stormwater run-off, where the water is detained at least temporarily. Run-off peak flows which can be critical for a sewerage system can be effectively capped. However, water storage in a green roof build-up cannot be increased arbitrarily because more water means greater growth intensity

and this can lead to a transformation of the vegetation, requiring, for example additional maintenance. Water accumulation is sometimes created purposely for intensive green roofs to provide for capillary irrigation. However, in this case, the permanent retention of water on the roof is intentional on the one hand, but

on the other hand the storage volume in the event of heavy rain is too limited to lighten the load on drainage facilities up to and including the waterways, to the extent required. The necessary space can therefore be created by installing a grid spacer beneath the actual green roof build-up.



Controlled run-off in an extensive green roof

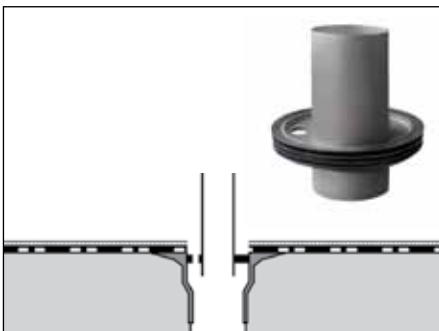


Up to about 40 l/m² of stormwater can be stored in the system build-up of an intensive green roof,

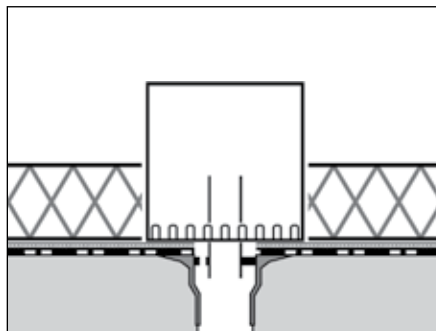


... up to about 80 l/m² of stormwater can be stored in the stormwater retention space beneath a green roof or other roof utilisation.

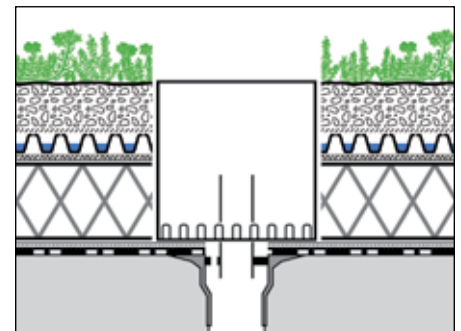
Installation and operation



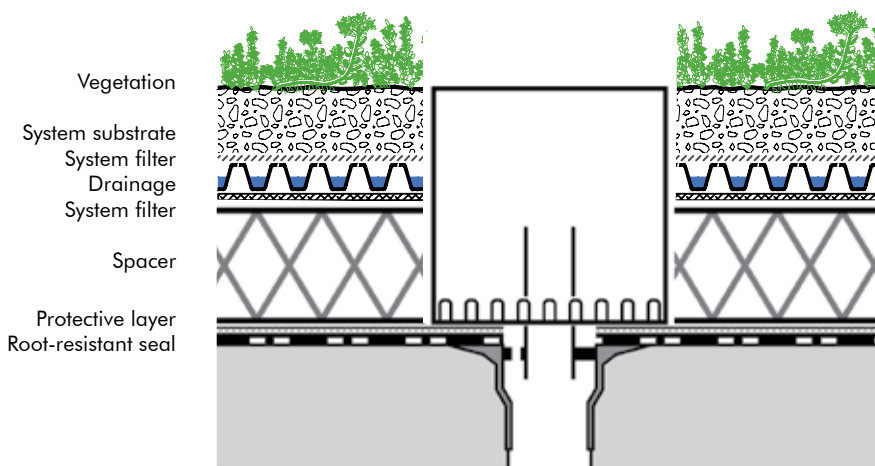
A control element with a throttle component and an upright inlet pipe is inserted in the roof drain.



The accumulation height should not exceed 10 cm as otherwise DIN 18195 (waterproofing against outside pressing water) will apply.

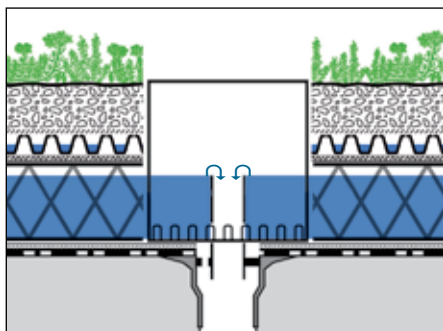


The throttle element can be inspected using the inspection shaft. We recommend installing the throttle element at the earliest a few weeks after completion of the build-up so that dirt particles can be flushed out.

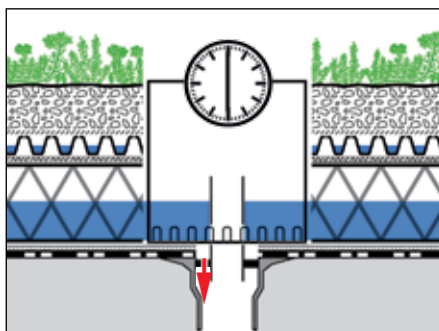


- Requirements:**
- Zero-pitch roof structure
 - Corresponding load-bearing capacity of roof
 - Throttle orifice adapted to suit local requirements.
 - The remaining overflow is important for extreme rain events. Emergency overflows must "still" be available.
 - There must be an air layer between the top of the water layer and the filter sheet.

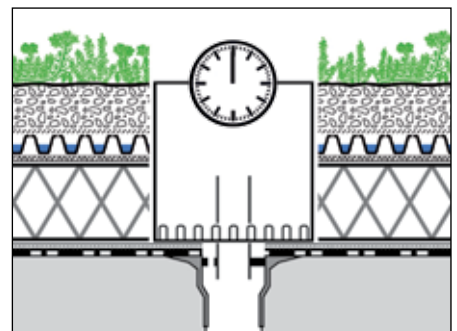
Virtually all types of roof utilisation are possible above the retention space, once structurally permitted, from extensive green roofing to a roof garden with pathways and driveways.



During extreme precipitation events, the water in the stormwater retention space will build-up as far as the upper edge of the inlet pipe.



The water will runoff again through the retention orifice at a strictly controlled rate and over a pre-defined period (e.g. 24 hours) ...



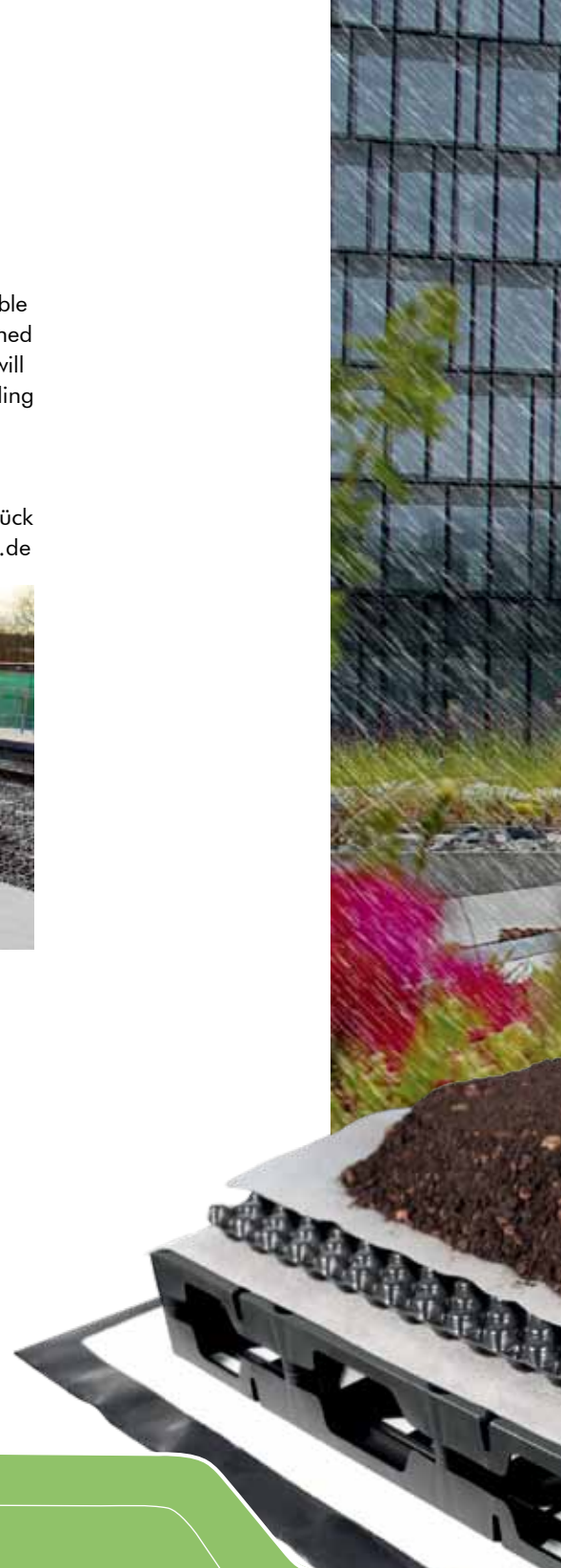
... so that the retention space is emptied and is then available for the next precipitation event.

Incl. building-specific drainage calculations by

The max. water spreading quantity, the period of time until the storage space is available again and the max. drainage quantity per time unit are values that must be determined for each individual building. You provide the local specifications and our partner Sita will prepare the drainage calculations and supply the relevant drainage elements including the throttle element.

Contact details:

Sita Bauelemente GmbH · Ferdinand-Braun-Straße 1 · D-33378 Rheda-Wiedenbrück
Tel +49 2522 8340-160 · technik@sita-bauelemente.de · www.sita-bauelemente.de



ZinCo GmbH · Lise-Meitner-Strasse 2 · 72622 Nuertingen · Germany
Phone: +49 7022 6003-0 · Fax: +49 7022 6003-100
www.zinco-greenroof.com · info@zinco-greenroof.com



ROOFS WITH A FUTURE

Urban rooftop farming

Life on Roofs



Growing Benefits



In this “Age of Less” and of the “Slow Food Movement”, local and seasonal produce are more popular than ever before. A representative survey carried out by the Forsa Institute on behalf of the Federal Department of Agriculture showed that, when purchasing groceries, 65% of consumers usually or always ensure that the produce is sourced regionally. The market desires regionality.

Long supply routes and consequently costs and emissions are minimized as the produce is produced close to the consumer. Produce can be sold when very fresh and is, therefore, marketable for a longer period of time. Besides, freshly-harvested agricultural produce is much richer in vitamins

and is tastier.

Thinking in terms of the circular economy that incorporates urban vegetable production is lucrative, as rooftop farming uses local resources: rain water and filtered waste water from the households; solar energy and the heat generated by the building. Conversely, the urban garden can be of benefit to the building, as the plants provide cooling in the summer and thermal insulation in the winter: it’s good for the building climate and just as good for the roof waterproof membrane, which is then exposed to less severe temperature fluctuations. In addition, plants help to improve the urban climate.

Technology for a fruitful harvest

In order for market gardening to work in an extreme location such as a rooftop, however, all relevant factors must be taken into consideration. For this reason, ZinCo has created the permanent reliable System Build-up “Urban Rooftop Farming”. The drainage element Floradrain® FD 40 is at the heart of this build-up. With about 200 mm of ZinCo system substrate, this Build-up is suitable for growing many different types of vegetable and fruit for example lettuce, onions, herbs, courgettes, aubergines, pumpkins, cabbage, melons and strawberries. A somewhat deeper substrate layer (300 to 400 mm) is required for tomatoes, French beans, raspberries, blackberries,

currants and the like. The level of irrigation and fertilisation required will depend on the vegetables to be grown and local climate conditions.

Generally speaking, pathways are useful in a vegetable garden. The ZinCo System Build-up “Urban Rooftop Farming” provides for drainage throughout the entire green roof, even where there is a combination of surfaces, with the result that roof run-offs can be situated in places where they are least disruptive.

The specific requirements of a rooftop location (for example in terms of wind, structural requirements, water run-off) must be taken into consideration during the

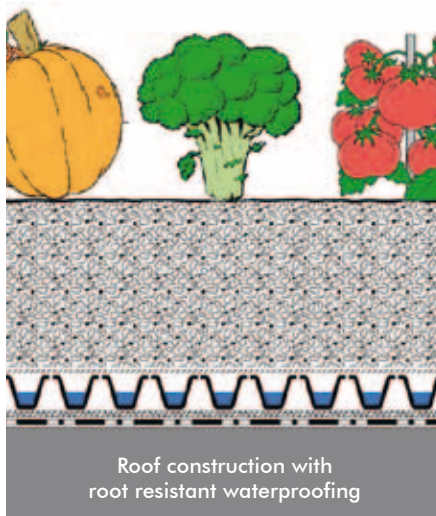
planning phase. As is the case with all roofs that are going to be used by people, fall-protection measures must be included. ZinCo provides suitable systems and rail solutions, all of which can be installed without penetrating the roof membrane. In any case, it is important to ensure safe access to and on the roof area.

We recommend installing a tap for easy roof-top irrigation.





Weight kg/m ²		Height mm
dry	water-saturated	
190	280	200
380	560	400
3	11	50
193	291	
383	571	



Fruits and vegetables

System Substrate "Lawn", 200–400 mm

Filter Sheet TG

Floradrain® FD 40-E

Protection Mat ISM 50

Root Barrier WSB 100-PO,

if waterproofing is not root-resistant

Build-up height: ab ca. 250 mm
Weight, saturated: ab ca. 300 kg/m²
Water retention capacity: ab ca. 100 l/m²

Description

- With 200 mm ZinCo System Substrate, this Build-up is suitable for fruit and vegetables such as lettuce, onions, squash, zucchini, eggplant, cabbage, melons, strawberries, herbs and such like.
- For vegetables and fruits such as green beans, tomatoes, raspberries, blackberries, currants and such like a substrate depth of 300 to 400 mm is recommended.
- The amount of fertilizer and irrigation depends on the requirements of the Description cultivated fruit and vegetable species and on local climate conditions.

The use of an organic fertilizer is recommended. To minimize the impact on the runoff avoid over-fertilizing.

- The specific conditions of a roof location (e.g. wind, structural requirements, water run-off) must be observed when planning.
- Can easily be used in combination with roof gardens, patios, walkways and other uses.
- When working on rooftops personal safety equipment is to be used wherever risks cannot be avoided.

- Please note: the Build-up described above is suitable for the moderate continental climate of Central Europe. For information on possible adaptations for other climates please contact the ZinCo Technical Department.
- According to European Technical Approval "Roof Garden".

http://www.zinco-greenroof.com/EN/greenroof_systems/index.php



Roofs with a future



What may initially appear to be futuristic can become reality if the correct technical expertise is applied – growing vegetables on a roof. Urban roofs are providing new fields of activity – as farmland or gardens where we can experience nature at first hand or social areas where the community can come together. Whether it's on a small or a grand scale, for private or commercial use, there are many benefits to urban farming. It is also a way of addressing the lack of resources and farmland that has resulted from increasing urbanization.



ZinCo GmbH · Lise-Meitner-Strasse 2 · 72622 Nuertingen · Germany
Phone: +49 7022 6003-0 · Telefax: +49 7022 6003-100
info@zinco-greenroof.com · www.zinco-greenroof.com



PLANNING GUIDE

Walkways and Driveways on Roofs and Decks

Life on Roofs



Important Standards and Guidelines

This planning guide is an English translation of the German original version. Therefore particularly German and European standards and directives are listed, as far as existent. The walkway and driveway build-ups presented in the following have proven their reliability under the intended loads over many years. If specific standards and directives for the planning and the installation of walkways and driveways are valid in your country of course these are to be observed as well.

Guidelines for the Planning, Construction and Maintenance of Green Roofing – Green Roofing Guideline (The Landscape Development and Landscaping Research Society e. V. (FLL))

Recommendations for the Planning and Construction of Traffic Areas on Buildings (The Landscape Development and Landscaping Research Society e. V. (FLL))

Eurocode 1 (EN 1991) Actions on structures

- Part 1-1: Densities, self-weight, imposed loads for buildings (EN 1991-1-1)
- Part 2: Traffic loads on bridges (EN 1991-2)

Eurocode 2 (EN 1992) Design of concrete structures

- Part 1-1: General rules, and rules for buildings (EN 1992-1-1)

Waterproofing of buildings - German Standard DIN 18195

Regulations for Roofs with Waterproofing – Flat Roof Guideline (Organization of German Roofer Society ZVDH)

A number of guidelines, technical bulletins and additional technical contract terms of the German Road and Transportation Research Association (FGSV)

Not all standards and regulations are relevant for each project. Please consider also all relevant local and national regulations. The ZinCo Technical Department will assist you with project specific solutions.

More Possibilities with ZinCo



General Information about Walkways on
Roofs and Underground Garages

4



Walkways and Terraces on Pedastals

6



Basics for Walkways on Roofs and
Underground Garages

10



Walkways and Green Roofs with
Floradrain® FD 40-E

12

Walkways and Used Areas on Drainage Elements

14



General Information about Driveways on Roofs

16

Driveways for Cars with Stabilodrain® SD 30
and Fixodrive® FX 50

18

Driveways for Cars with Elastodrain® EL 202

20

Driveways and Green Roofs on Underground
Garages with Protectodrain® PD 250

22



Driveways for Lorries with Elastodrain® EL 202

24



Special System Build-ups / Driveable Green Areas

26



System Build-ups for Walk- and Driveways with
Floradrain® FD 60

28



Reference Projects

30







General Information about Walkways on Roofs and Underground Garages

At a progressing rate, roofs are being used holistically and now almost everything which can be realised on ground, is possible on roofs as well.

To create long lasting and functioning walkways and driveways on roofs it is crucial to use the right technique. This planning guide will provide essential information.

Additionally to the self weight and imposed loads on walkways and driveways, horizontal forces and torsional movements may occur through acceleration, steering or breaking.

Types of loads, weights and frequencies of use are described in EN 1991-1-1 and EN 1991-2 (see table on the right).

Symbol	Force	Load	Additional Forces
	Category H Single person, maintenance and servicing on green roofs, e.g. roof gardener, chimney sweeper	total load 1.0 kN/m ² single load 1.5 kN (at a critical point)	
	Category A Residential Buildings	total load 4.0 kN/m ²	
	Category C Places of Assembly	total load 6.0 kN/m ²	
	Category F Light Vehicles up to 3t	total load 2.5 kN/m ² single load 20 kN	Horizontal forces from accelerating, breaking, steering
	Category G Lorries with 3t to 16t	total load 5.0 kN/m ² single load 90 kN	Horizontal forces from accelerating, breaking, steering
	Heavy goods vehicle with weights ≥ 16t	total load 16.7 kN/m ² single load 170 kN (calculation according to EN 1991-2 possible as well)	Horizontal forces from accelerating, breaking, steering

EN 1991-1-1

Drainage

In contrast to the run-off delay or retention of stormwater that occurs on green roofs water must be discharged almost completely from walkway and driveway areas on and below the surface.

The water run-off coefficient for paved surfaces varies from $C = 0.8$ to 1.0 ; drains must be planned so that they allow for drainage on two levels: from the drainage level and from the surface area.

The ZinCo Product List offers the necessary system build-ups and accessories.

Materials

Materials for base layers are defined in contract terms of the FGSV (German Road and Transportation Research Association). The FGSV supplies information about bedding courses and jointing material within their directives, terms of delivery and technical bulletins. For a gravel base layer a grain size of 0/45 is recommended. Grain size and grain size distribution ensure excellent compactability and stability.

Bedding material can come in different grain sizes, but has to harmonize with the jointing material to prevent it from being washed out. Essentially, crushed stone

finer-sand mixtures have a grain size of 0/2 or 0/4 and crushed stone finer-chippings mixtures have a grain size of 0/5. For water permeable surfaces grain sizes of 1/3 or 2/5 are recommended.

The ZinCo Technical Department is happy to help design the appropriate customised build-up.





Inclination

What inclination is essential on walkways and driveways? What fall is needed for a roof? What fall shall be used for the waterproofing and what fall for the surfacing?

The "Flat Roof Guideline" as well as the German Standard DIN 18195 require a minimum fall of 2% as standard; but also define how roofs with less than 2% can be constructed. On roofs with less than a 2% fall, the quality of waterproofing is even more important.

The inclination of the surface layer depends primarily on the surface material. A "stilted surface layer" does not need any slope since water can drain through the joints and standing water is not to be expected.

Surfaces made of concrete or asphalt require a minimum inclination of 1.5% and paver surfaces need a minimum of 2%. Establishing a slope is not a problem, if the waterproofing and the surface have the same slope. If a slope different from

the slope of the waterproofing has to be integrated into the surface, a gravel base layer is necessary. The slope cannot be created with the bedding layer, as it will result in uneven settlement. In general, when designing a fall the connection heights need to be taken into consideration. If possible, surfaces should not allow water to drain towards the building structure.

Therefore, these considerations should be incorporated early in the planning stage.

Walkways and Terraces on ZinCo Elefeet® – Pedestals

Some roofs do not have the load bearing capacity to carry the load of the base layer, bedding material and surface layer. In this instance the ZinCo Elefeet® are able to bear the load, and as a result of its minimal weight, only the weight of

the surface has to be taken into consideration. Surface water can be drained quickly and easily through the open joints and into the lower cavity; in addition, this open subspace provides good aeration. If higher Elefeet® are used, water pipes,

cables, or water hoses can be accommodated and used, for example, to irrigate adjacent intensive green areas.



Elefeet® H 20
adjustable from
20–30 mm



Elefeet® H 30
adjustable from
30–65 mm



Elefeet® H 60
adjustable from
60–150 mm



Elefeet® H 140
adjustable from
140–220 mm



Extensionpiece A 80 for
Elefeet® Vertically adjustable
80 mm



Each Elefeet® is vertically adjustable by turning the swivel. Even after installation, a single slab can be lifted to adjust the relevant Elefeet®.

In this project it was decided to use Elefeet® to create a water reservoir underneath the surface layer in case of heavy rainfall.

Constructing surfaces on Elefeet® is not only restricted to small areas; this picture shows the outside area of a restaurant which is built on Elefeet®.

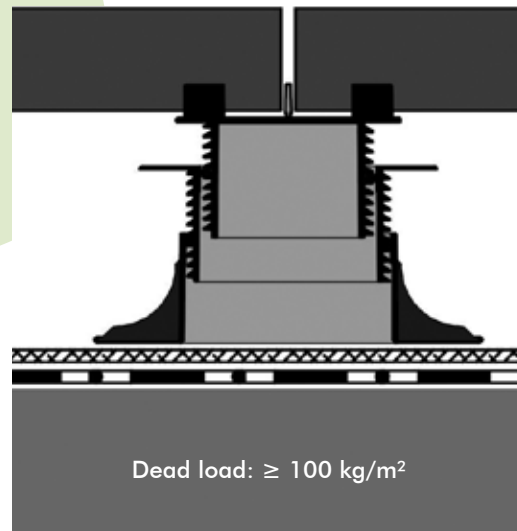
The installation of Elefeet® offers various important benefits:



- Precise levelling with vertical adjustment ring.
- Very low weight – only the surface layer needs to be considered.
- Elefeet Cantilever Arm Support to install edge areas.
- Open joints, free from pollution and weeds.
- Low maintenance and service required.



from approx. 60 mm
to approx. 500 mm



Slabs of concrete, natural stone,
 $d \geq 40$ mm or wooden surfaces

ZinCo Elefeet®
(in various heights)

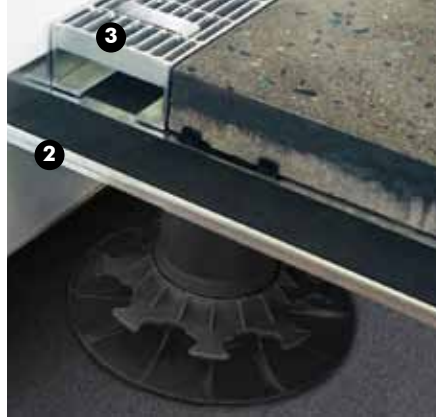
Elastosave ES 30
if necessary, separation layer
e.g. Slip Sheet TGF 20

Roof construction with suitable
waterproofing

- Additional accessories for various applications.
- Proper drainage of paved surfaces and roofs.
- Useable on roofs without any slope due to large drainage cavity.
- Load bearing capacity up to 500 kg/pc.
- A dry surface reduces the chance of efflorescence.
- Wooden surfaces are easy to install and to be levelled out.
- Excellent aeration of concrete or wooden surfaces.
- Continuously vertically adjustable pedestals for build-up heights from ca. 20 to 460 mm.
- Hollow space useable for the installation of cables, hoses and other service elements.
- Very good mechanical and thermal protection of waterproofing and shielding of UV radiation.
- Simple, fast and weather independent application; no transport problems (e.g. gravel, mortar) to and within the installation area.

Precise in Detail – the System Programme Elefeet® and its Variants

Accessories:



Ordinary stilted pedestals are of less utility when it comes to solutions for corner and edge areas. Alternatively, the Elefeet® system offers a wide range of accessories for various applications:

The protection of waterproofing is ensured by the specially designed Elastosave mat (1).

The Cantilever Arm Support (2) allows for close connection to doors or insulating fillets.

The doorstep height can be reduced to a minimum of 50 mm, if a grill (3) is used in front.

Alternative sizes are available for grills and cantilever arm support. In addition, vertically adjustable elements (4) allow continuously adjusting up to 460 mm.

For non rectangular paving edges, the Mitre Cut Support (5) could be used.

The „quick“ alternative: Elastoring

If there is the requirement for a drainage profile while only a low build-up height exists, Elastoring is recommended. The height varies between 5, 10, 15 and 20 mm. With the adjustment ring unevenness can be corrected; this can be done by cutting or folding the spacer and applied at individual support points.



There are special requirements of the substructure for the installation of the Elastoring: any slope showing up in the surface layer is caused by a sloped substructure and it is difficult to equalize;

therefore, the substructure must be levelled. Also, the substructure must have a sufficient load bearing capacity.





Elefeet® can be used for different surfaces such as the combination of concrete slabs and terrace grills.



Another variation is the application of a wooden surface. The desired slope can be created with the Elefeet®- Pedastals.



This surface rises from the threshold towards the perimeter to get sufficient space for a green roof application.

This example demonstrates the quantity calculation of Elefeet® or Elstoring pieces:

Terrace area:	5.0 x 10.0 m
Concrete slab:	400 x 400 mm
Lengthwise:	$(10.00/0.40) + 1 = 25 + 1 = 26$
Crosswise:	$(5.00/0.40) + 1 = 12.5 + 1 = 14$

Number of ZinCo Elefeet®: $26 \times 14 = 364$ pieces

For pavers with 400 x 400 mm: 7.3 pieces/sqm required
 For pavers with 500 x 500 mm: 4.6 pieces/sqm required
 For pavers with 600 x 600 mm: 3.1 pieces/sqm required

The amount of pieces required is much lower on bigger areas due to less edge areas; whereas, smaller or geometrically unsteady areas need a much higher amount.



Basics for Walkways on Roofs and Underground Garages

Flat roofs – especially if they are sufficiently stable and easily accessible – are perfectly suitable for implementing walkways and sitting areas or even playgrounds and sports facilities.

The risk of falls from a height can be prevented by means of balustrades, guardrails or a combination of the two. When planning walkways on roofs the weight of the build-up has to be considered from the very beginning. For example the load bearing capacity of the roof and the

pressure resistance of the thermal insulation have to be sufficient for the weight of the walkway build-up.

During the installation of the different layers the waterproofing has to be protected from damage. So, first of all an appropriate protection layer must be installed. This can be a protection mat, but it is also possible to install a drainage layer which functions as a protection layer as well, such as Elastodrain® EL 202 or Protectodrain® PD 250.

For the installation and compaction of a gravel base layer it has to be considered, that built structures can be susceptible to vibration. The drainage of hard landscapes mostly takes place on the surface. Therefore a sufficient slope towards the roof drains has to be allowed for. Above the drains removable terrace grills ensure that the water gets downwards and also keep the drains accessible for maintenance.



During the construction phase flat roofs are often used as storage space or place of constructions machines such as on the roof of the Reichstag in Berlin.



The combined protection and drainage layer, which has been applied here still protects the waterproofing membrane under the large scale concrete slabs .



The base for creative surface designs: Protectodrain® PD 250 makes almost everything possible.

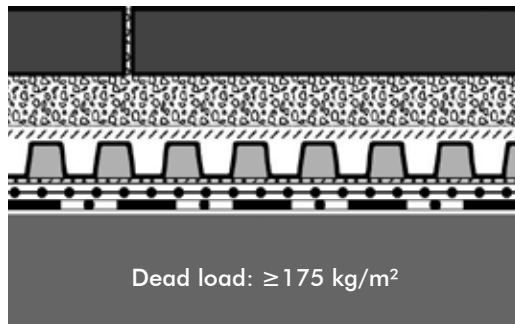


After the Filter Sheet TG is rolled out over the drainage layer, the bedding layer ist levelled to provide adequate stability to the overlying slabs.



Height
mm

+
 ≥ 40
 +
 ≈ 40
 +
 30
 +



Slabs of concrete ≥ 40 mm or
natural stone ≥ 50 mm

Bedding layer 30–50 mm

Filter Sheet TG

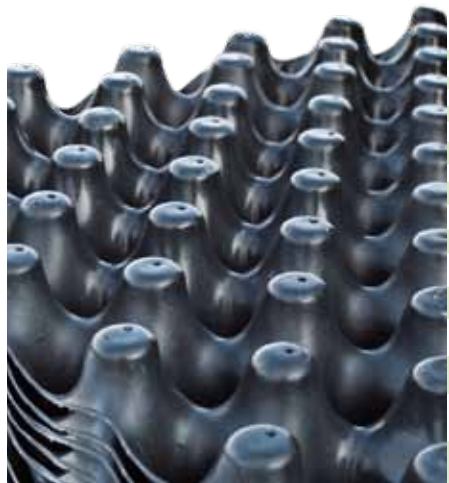
Protectodrain® PD 250

Separation layer e.g. Slip Sheet TGF 20

Roof construction with suitable
waterproofing



The Combination of Walkways and Green Roofs with Floradrain® FD 40-E



If the combination of walkways and green roofs is required, not only drainage and compressive strength are important, but also the water retention capacity. Floradrain® FD 40-E as the core piece of the build-up meets all requirements of the roof and ensures durable functionality. Depending on the installation it allows for water retention (diffusion holes facing up) or drainage of water (diffusion holes facing down). Particular attention must be paid to the planning and construction of the transition between walkways and green landscape.

If Floradrain® FD 40-E is installed on the entire area on the protection mat,

edgings or foundations can be concreted directly on top of the Floradrain® FD 40-E without hindering the water to drain. Complex constructions with high installation or assembly costs do not apply since the incurred water flow can be drained, unhindered, along the underside of the drainage elements. Another benefit: There is only one kind of drainage element on the roof, which significantly reduces sources of error during installation.



At first sight a visitor would not realize he is on top of a roof.



Especially inner courtyards, which are visible from surrounding offices, offer the possibility to combine functionality and nature.



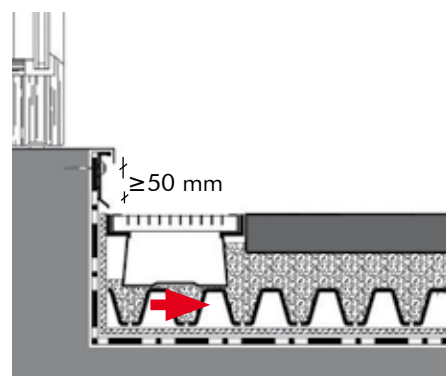
Green islands are visually pleasing and also bring life to roofs.



The possibility to include foundations in the build-up, allows the planner to design without limits.



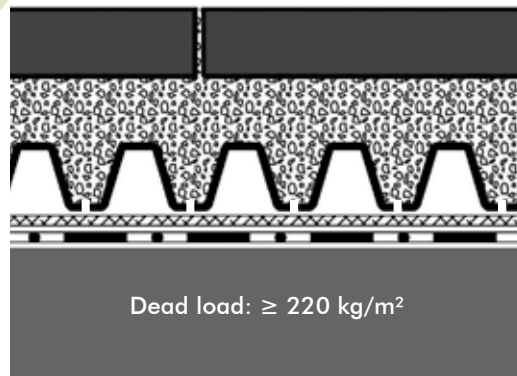
The design of thresholds is flexible as long as they correspond to the "Flat Roof Principles" or any relevant national regulations.



This well proven solution with the Fa-cade and Terrace Channel meets the guideline as a "special solution".



\geq approx.
 120 mm



Slabs of concrete $d \geq 40$ mm or natural stone* $d \geq 50$ mm

Bedding layer 30–50 mm

Filter Sheet SF*

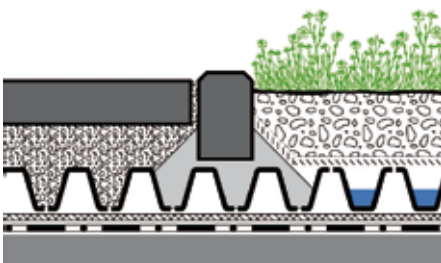
(*only in green roof build-ups)

Floradrain® FD 40-E

Protection Mat SSM 45

Roof construction with suitable waterproofing

* Cobble stones only to be installed in mortar.



The drainage element used as formwork for a foundation ensures continuous drainage.



The continuous drainage layer allows for flexible designs and forms to be created in the subsequent layers.



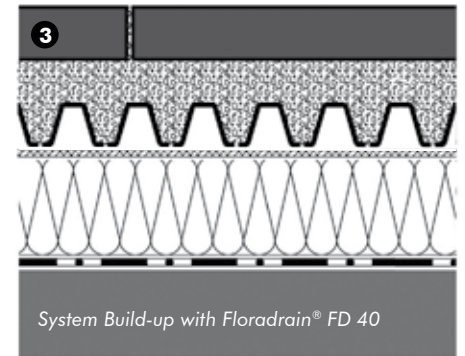
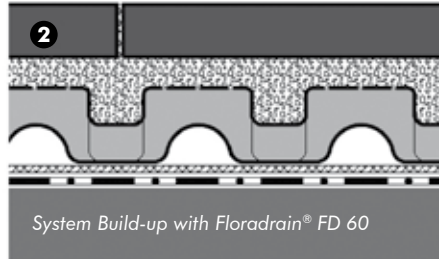
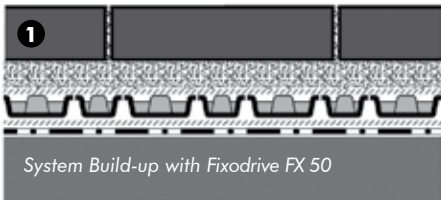
Roof terrace shortly after completion: green areas partly raised above and partly levelled with walkways.

Walkways and other Paved Areas Drainage Elements: Build-up Alternatives and Details

Almost all ZinCo drainage elements are designed to ensure adequate compressive strength for pedestrian traffic. Various system build-ups can be used to design walkways on roofs for almost all

conditions. For various requirements, such as: an especially low build-up height (1); a higher water retention capacity of the build-up; e.g. for the combination of intensive vegetation and

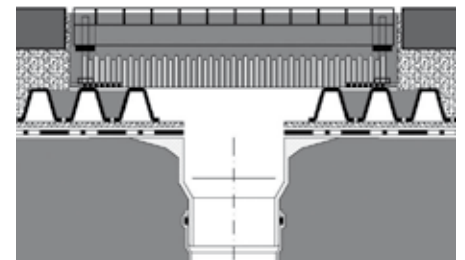
dam up irrigation (2) or walkways on inverted roofs (3) ZinCo can offer an appropriate system build-up.



Drainage

Discharge of the surface water on sealed surfaces is just as important as safe drainage below the surface. ZinCo drainage channels allow the water to be drained off on two different layers, the surface layer and drainage layer. They also allow easy access for cleaning and maintenance.

In front of a facade, implementing a drainage channel is a good alternative to pebbles; it allows water to drain quickly, reduces water backslash, and prevents plant growth. ZinCo grills and channels are vertically adjustable and can be used for diverse surface layers.



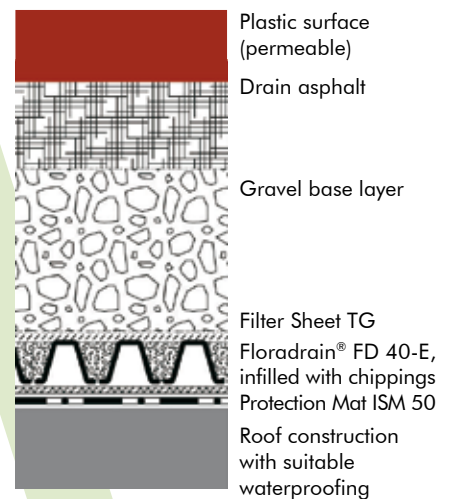
Edging and borders

A stable edging is almost as important as a durable drainage element. ZinCo stainless steel profiles and concrete kerbs both present visually pleasing detail solutions. Placing the elements on top of the drainage layer does not impair water drainage. Special constructions are possible. Challenge us!



Sporting surfaces

It is also possible to install special sport surfaces on ZinCo drainage elements (see example on page 30). The base layer and the drainage level underneath are able to drain the porous plastic surfaces. The ZinCo Technical Department is able to provide project specific solutions.



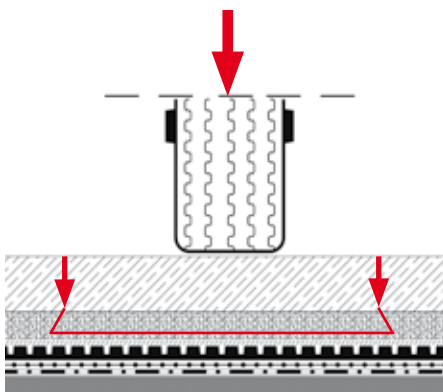
General Information about Driveways on Roofs: Torsional Moments Are Added to Compressive Stress...

Loads

Driveways on roofs require both a load-bearing system build-up and a load-bearing roof construction.

If the static doesn't allow high loads, many trafficable roof surfaces are provided for load restriction, e.g. max. permissible axle load or trucks up to 3.5 tons.

Wheel loads have a narrow contact area, which leads to high point loads. It is crucial to plan sufficient load distribution either with load distributing surfaces or with an adequate base layer.

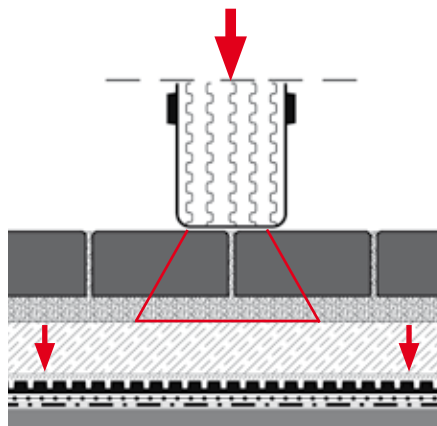


Load bearing concrete surface

➔ load distribution across the entire slab

Bedding

➔ additional load distribution of 60°

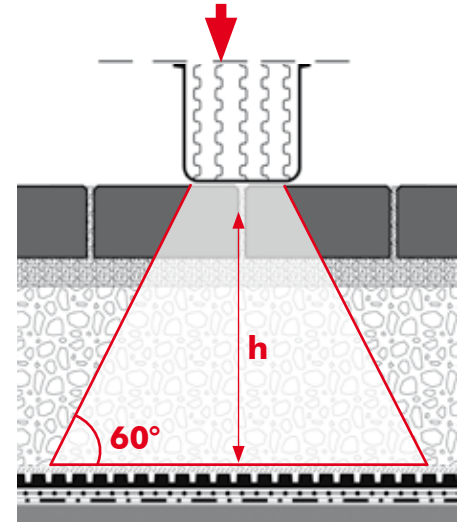


Bedding and paving

➔ load distribution 60°

Concrete base layer

➔ load distribution across the entire slab

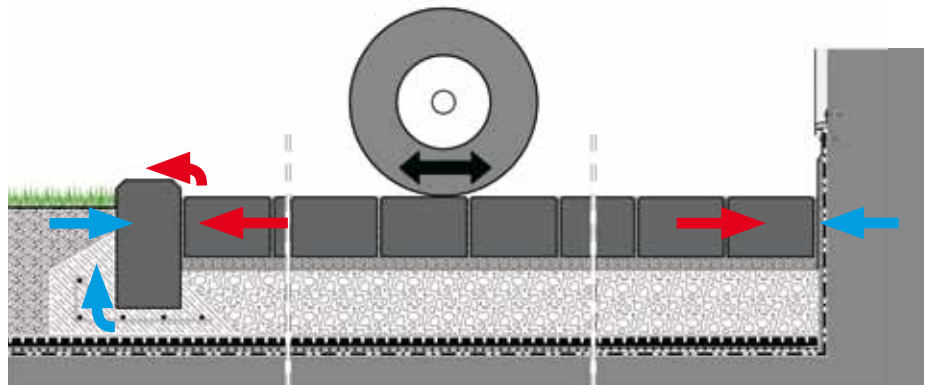


Gravel base layer

➔ load distribution 60°

Edging

The exceptional horizontal forces and torsional moments from steering, braking and accelerating must be absorbed. Special arrangements in addition, such as slip sheets, are necessary to prevent the waterproofing from being damaged. The forces also have to be absorbed at the edging. Support of the edges from the back is required to keep the surface layer and the bedding material in place. If walls provide the edging of the paving it is important to ensure a mechanical protection of the waterproofing membrane, e.g. with stable metal profiles.



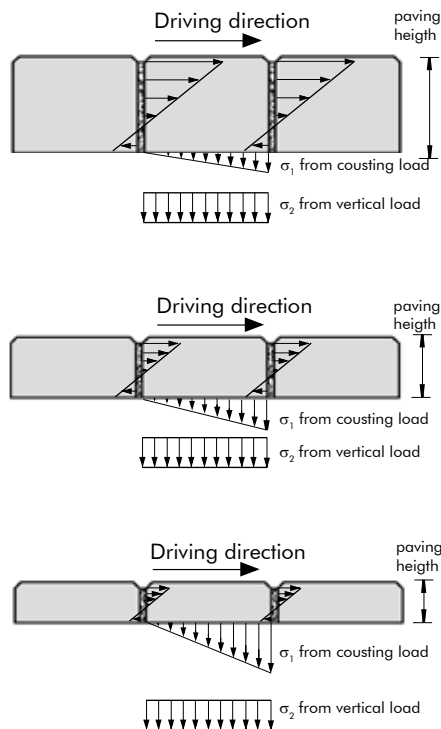


Pavement

Paver and slab sizes are determined according to the loads to be expected. Surfaces with low loads, for example walkways, have fewer requirements than surfaces with high loads. On driveways for cars and lorries additional forces such as torsional moments etc. occur, and the thickness of the concrete slabs has to be properly calculated. A greater slab depth results in a greater support surface and in a reduction of a possible distortion.

Thin pavers and concrete slabs result in larger compressive forces on the supporting medium below. With loose bedding material, these forces are absorbed vertically and result in deformation.

Thicker paver material absorbs the horizontal forces over a broader area eliminating the deformation in the bedding material below.



The arrows in the charts show the various forces. Thicker slabs absorb forces horizontally while thinner slabs absorb more vertically, due to a smaller supporting area at the sides. Therefore, deformation of the bedding layer will result with the thinner paver.

Installation pattern

The installation pattern primarily depends on the architect's or owner's requirements. But not every design will be able to carry the appearing loads. The interlocking installation of pavement reduces deformation of the surface and extends its longevity. Another alternative is the diagonal installation of the pavement which has a greater absorption surface for horizontal forces. (All 4 sides of a slab serve as load distribution.) Generally, big slabs placed with cross joints are not recommended for driveways, because of their low load distribution ability.



Driveways for Cars: System Build-ups with Stabilodrain® SD 30 or Fixodrive® FX 50

0°-slope

When building driveways on roofs of little or 0° inclination, puddles will form after rainfall and a special drainage layer is required.

Especially for installation under driveways the Stabilodrain® SD 30 drainage layer was developed. It is able to withstand heavy loads while maintaining efficient drainage in the 30 mm high cavity below.



With a drainage layer like Stabilodrain® SD 30 in place, conducting the excess facade water into the grills is no problem.



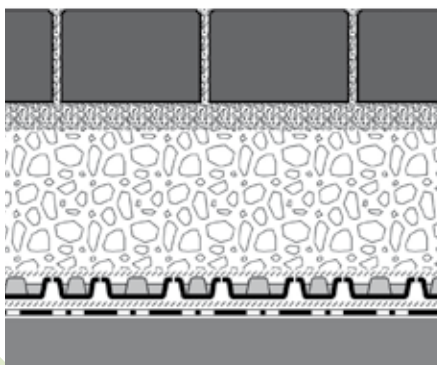
The edging, when concreted to the drainage element, provides a stable bordering.



If the entire roof surface is to be utilised, then an appropriate fall protection, such as a railing, is required.

Sloped roofs

If the support structure has a sufficient slope, the use of Fixodrive® FX 50 is an economic alternative. It will be delivered to the side with the pre-attached filter sheet and is therefore efficient to install. The connection by interlocking studs creates a large protection layer for the waterproofing.



Paving Slabs \geq 100 mm

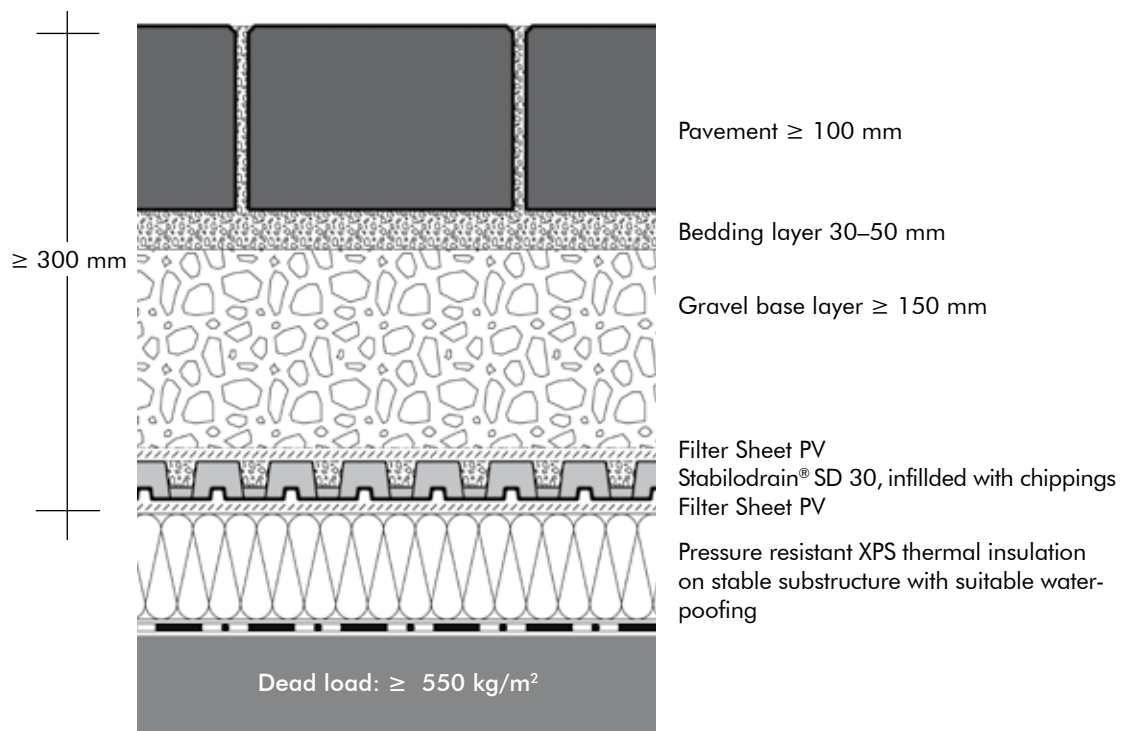
Bedding layer 30–50 mm

Gravel base layer \geq 150 mm

Fixodrive® FX 50

Filter Sheet PV

Roof construction with suitable waterproofing



Driveways on inverted roofs

When working on inverted roofs, it is essential to avoid creating any sort of vapour barrier above it. With Stabilodrain® SD 30 this is possible. As a first layer, the Filter Sheet PV is installed on top of the XPS thermal insulation. The Filter Sheet PV is extremely stable and allows for air and vapour passage.

The 1mx2m Stabilodrain® SD 30 elements are filled with chippings and covered with the Filter Sheet PV; this is to prevent small particles of the gravel base layer from being washed out. The surface of the gravel base layer runs parallel to the slope of the driveway surface. On top of this surface the pavement can be installed into a bedding layer.



System Build-up – at low Build-up Height with Elastodrain® EL 202

Vehicular traffic on a roof deck introduces very significant forces and stresses. As a result a very durable protection mat is crucial. The System Build-up for cars employs the extremely stable Elastodrain® EL 202 specifically designed for these applications. The large number of studs results in a very high compressive

strength. The studs distribute the load evenly on the substructure. This system is designed for heavy loads. A prerequisite is the early planning for the slope of the driveway surface. The desired slope should ideally be designed into the roof construction. It is not permissible to create the slope within the

bedding material for the pavers. If the roof slope is not the same for the waterproofing and the pavement surface then an additional gravel base layer is necessary for creating the desired surface slope. In addition, the pavement thickness and orientation need to be suited to the application.

The Elastodrain® EL 202 is placed over the Slip sheet TGF 20. To connect the single elements (1 m x 1 m) connectors are used. The waterproofing is protected right after the installation of the EL 202. The gravel base layer can be installed by carefully driving wheel loaders over the drainage layer.



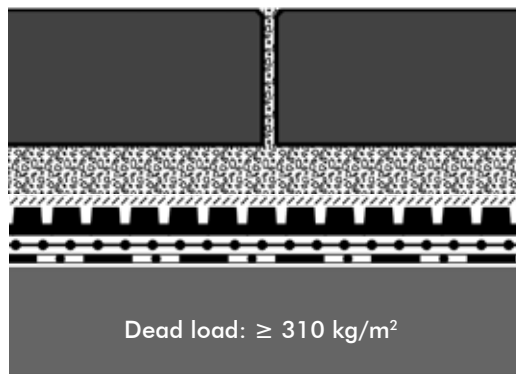
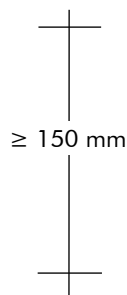
The special Filter Sheet TG is used and carefully installed with an overlap of at least 200 mm. The bedding can then be applied in the appropriate height according to additional technical contract terms of the German Road and Transportation Research Association (FGSV) or relevant local regulations.



It must also be ensured that the pavement is suitable for bearing the high traffic loads and that it is in accordance with the standards and regulations.

The joints of the pavement must be carried out according to German Standard DIN 18318 or any applying regulations. It is recommended that the jointing material is carefully flushed in to ensure the necessary support and stability. This surface layer will last the "lifetime" of the building as long as the condition of the joints is maintained regularly.





Pavement infilled with chippings

Bedding layer 30–50 mm

Filter Sheet TG

Elastodrain® EL 202

2 layers of Slip Sheet TGF 20

Stable roof construction with suitbale waterproofing



The Combination of Driveways and Vegetated Areas on Underground Garages with Protectodrain® PD 250



Due to easy accessibility and usually high load bearing capacity of underground garage decks it is often desired to work economically and apply the substrate with a wheel loader.

For this application the System Build-up "Underground Garage" with Protectodrain® PD 250 is perfectly suited as the protection and drainage mat Protectodrain® PD 250 protects the waterproofing against all kinds of mechanical stress already during construction. Covered with the very stable Filter Sheet PV it provides safe drainage for excess water.

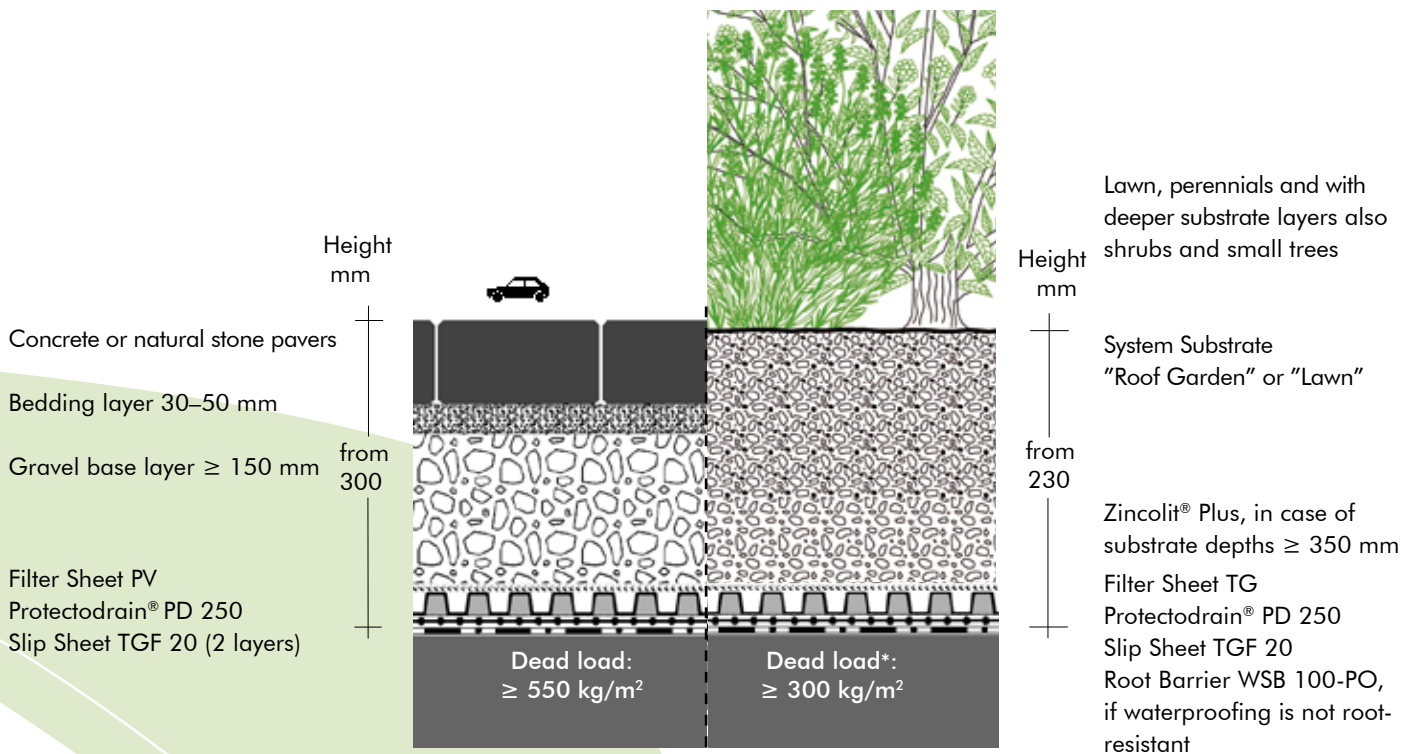
Together with Zincolit® Plus and the System Substrates the System Build-up offers a lot of possibilities of landscaped design.





Protectodrain® PD 250 is a stabile, heavy-duty drainage board made of molded ABS plastic with a bottom side laminated-rubber protection mat and surrounding lateral step joints.

For a better fixing of the PD 250-boards special connectors are available. They can be plugged onto the "mushroom-shaped" studs along the edges of the abutting boards. We recommend one connector per meter.



Driveways for Lorries with Elastodrain® EL 202 and Base Layer

Occasionally, roofs and their surfaces have to bear exceptionally heavy loads in case of delivery or fire brigade access for example.

The size of pavers or concrete slabs has to be chosen to enable a horizontal absorption of forces and an economic installation pattern at the same time. A

load distributing base layer has to be designed in case of vehicles with more than 3 tons of total load. Especially heavy loads require especially good Protection Layers in order to safeguard the waterproofing. An additional Slip Sheet (2-layers) is also used to absorb torsional moments and forces from steering, breaking and acceleration to protect the

waterproofing. The edging surrounding the traffic surface is enormously important and must be stable enough to support traffic related forces. Protection of the waterproofing at the edge areas must also be taken into consideration. Elastodrain® allows heavy machinery to access the site even during the installation of the System Build-up.



Even heaviest equipment can be used for installation works when driving on top of the already build in base layer.



The base layer must be compacted before the pavers or asphalt are placed. The most suitable plate vibrator depends on the thickness of the base layer and the vibration susceptibility of the building.



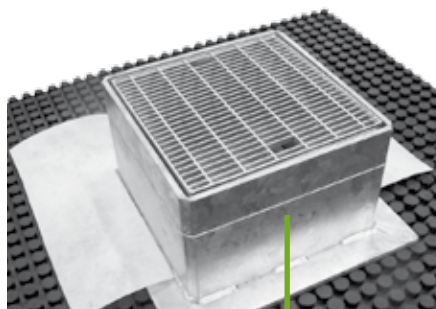
For large areas a mechanical installation of the pavement or asphalt layer is possible.

Safe drainage

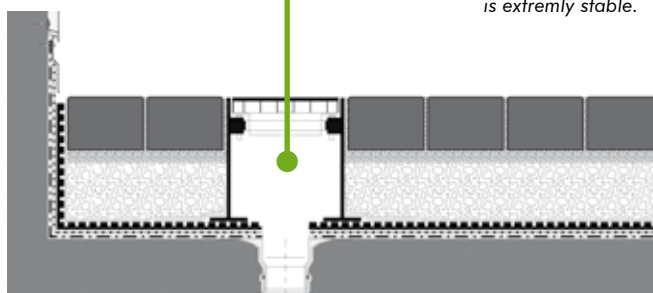
For "sealed" paving surfaces water drainage is required on two levels.

With the ZinCo Heavy Duty Inspection Chamber BES these drainage requirements are satisfied. It can be adjusted to nearly any height and is durable enough to be driven over by lorries.

The pre-assembled Filter Sheet flange of the inspection chamber prevents the bedding material and small particles of the base layer from being washed out and, therefore prevents settlement.

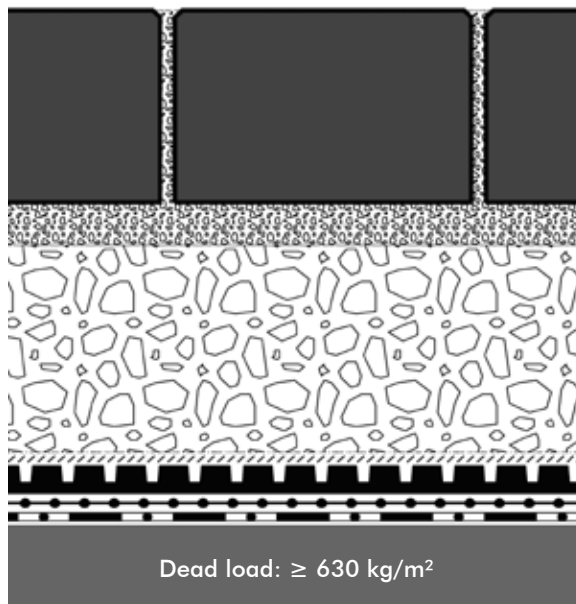


The Heavy Duty Inspection Chamber BES is equipped with a load distributing steel flange. Installed on top of EL 202, this inspection chamber is extremely stable.





from 320 mm



Pavement
 $\geq 120 \text{ mm}$ up to 16 t
 $\geq 140 \text{ mm}$ up to 60 t



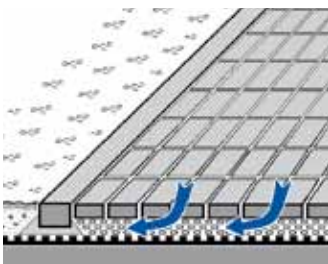
Bedding layer 30–50 mm

Gravel base layer $\geq 150 \text{ mm}$

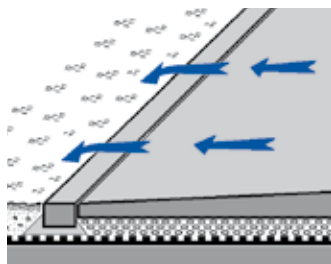
Filter Sheet PV
 Elastodrain® EL 202
 2 layers of Slip Sheet TGF 20

Stable roof construction with
 suitable waterproofing

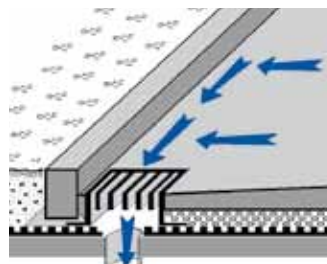
Various drainage possibilities at a glance:



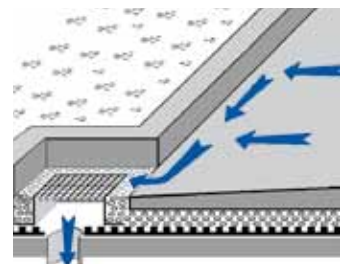
Drainage through joints of paving into the drainage layer.



Drainage over edging into the green area.



Drainage with solid driveable inspection chamber within the driving surface.



Drainage with walkable grill next to the driving surface.

Green Car Parks and Fire Lanes, Gravel Grass, Grass Pavers, Grid Elements ...

When surfaces are sealed they create especially high water run-off. Surfaces with a high level of use can not always be constructed water permeable. However, for drivable surfaces which are less frequented a green driveway can provide a solution. There is a wide range of

solutions (see pictures below). The green portions range from little sections growing between pavings to full surface coverings of pre-cultivated grid elements. Even a lean system build-up without reinforcement is possible – see gravel grass below. This can be a favourable

alternative as an ecological compensation layer with low visual demands. However, it is not recommended for frequently used areas.



Gravel grass



Pavings



Grass pavers

System Build-up with Grid Elements

Stabilizing Grid Elements can provide an attractive driveable surface when cultivated with grass. Depending on the use it needs to be mown 15–20 times per year. The water supply, in the absence of natural precipitation, needs to meet the local climatic conditions. It is recommended to install an automatic irrigation system.

The result is a visually appealing lawn. It is recommended to apply such Grid Elements only on less frequented parking areas. Any surfaces close to entrances should still be made of asphalt or concrete slabs. The use of pre-cultivated Grid Elements is also possible on natural soil.

The load bearing capacity of Grid Elements:

Car < 3 t max:*

5 crossings per day resp. max parking duration 8–10h

Lorries < 7.5 t max:

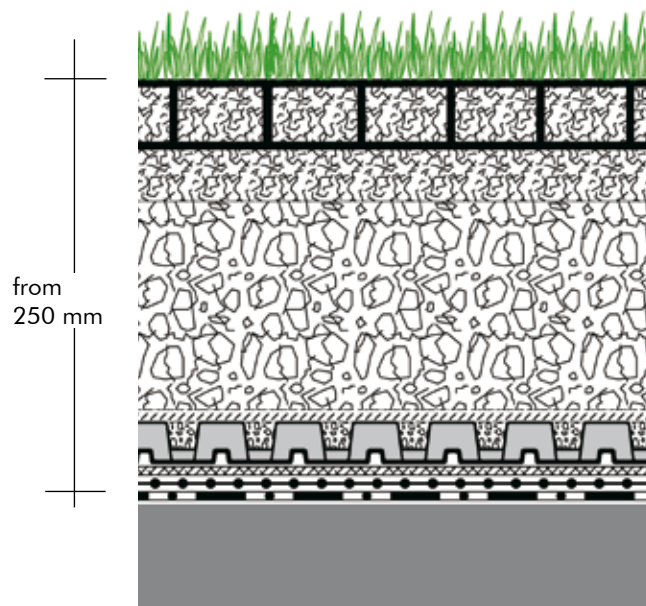
2 crossings per day resp. max parking duration 8–10h

Lorries < 7.5 t:

fire access and emergency access

* According to the grid producer





Grass stabilizing Grid Elements

20–30 mm infill with Zincohum®

Gravel base layer with
vegetation specific properties*)
≥ 150 mm

Filter Sheet TG
Stabilodrain® SD 30, infilled with stone
chippings
Protection Mat ISM 50
Slip Sheet TGF 20

Roof construction with root resistant
waterproofing

*) Composition:

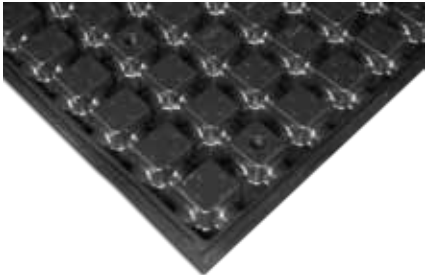
70 % gravel 0/45

15 % quality top soil

15 % Zincohum®

Grain size distribution and water permeability
according to the applying standards and guide
lines.

Walk- and Driveways with Floradrain® FD 60 and Concrete / Details



System Build-up Floradrain® FD 60 with load distributing concrete layer

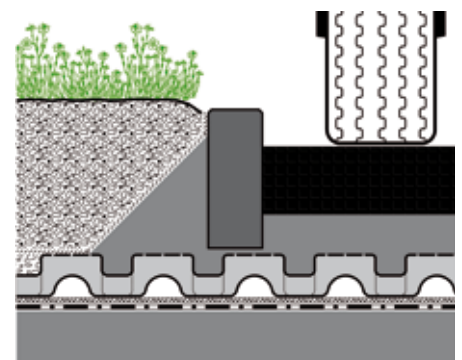
For the application on intensive flat green roofs without pitch, a combination of Floradrain® FD 60 and a load distributing concrete layer are optimal for creating small sized high load bearing driveways.

The wide drainage profile of Floradrain® FD 60 allows for higher drainage lengths beneath the surface layer. It is necessary to fill the Floradrain® board with concrete C25/30 (or higher grade) to a minimum height of 80 mm from the top of the FD 60. A reinforcement mat Q 257 A should be incorporated into the middle of the 80 mm base plate. Spacers hold the reinforcement mat in place.

To minimize cracking due the shrinkage, base plates require joints every 5 m lengthwise and crosswise. The joints need to be covered with a strip of filter sheet to avoid bedding material being washed into the joints.



Fire brigade accessible asphalt surface.



Asphalt
Reinforced concrete
Floradrain® FD 60
Protection Mat ISM 50
Roof construction with root resistant waterproofing

Waterbound macadam

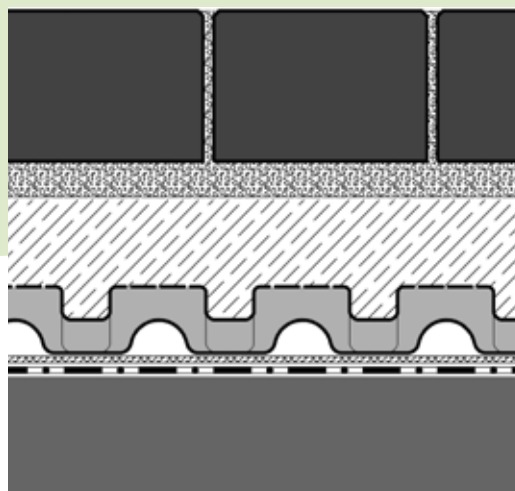
It is possible to build a waterbound macadam over Elastodrain®, Stabilodrain® and Floradrain®. The material can be installed when driving on top of the already built in base layer and needs to be compacted in layers. The upper layer is installed wet and then rolled; before it dries a chipping layer is added and compacted.



A continuous drainage layer based on Floradrain® FD 60 has been realized both below the planters and below the driveway.



≥ 270 mm



Pavement ≥ 100 mm

Bedding layer 30–50 mm

Reinforced concrete

Floradrain® FD 60

Protection Mat ISM

Stable roof construction with
suitable waterproofing



On top of gravel base layers (see previous pages) resp. on top of a concrete base layer on Floradrain® FD 60 the installation of asphalt or other common landscaping

materials is generally possible. Of course, a wide variety of materials can be combined.

For special situations please contact the ZinCo Technical Department.

Creative Solutions for Walkways and Driveways on Roofs



The Tivoli Congress Center and the Danish National Archives in Copenhagen

The roof landscapes of the two buildings extend to a total of 15.000 m². Whereas flower beds and lawn dominate the roof of the National Archives (on the right in the background), the roof of the Congress Center offers large-scale intensive planting (green roof) and playareas, enclosed by walkways of granite.



Gorch Fock School Hamburg

Part of the extension of the Gorch Fock School in Hamburg/ Blankenese, was the redesign of the existing sports complex.



Today an oval running track leads across the canopy roof of this ultra-modern building, coming from the natural ground and running above eight class and group rooms. It then leads back to the natural ground in the direction of the sports field. To realize this running track on a roof area, a System Build-up with the extremely

resilient Elastodrain® EL 202-sheet, made of solid vulcanized rubber, was used. EL 202 was applied on top of a separation and slip sheet and fixed with connectors to a 400 m² protective and draining surface. A heat-resistant filter sheet was laid on this layer before the porous asphalt was distributed. The final step was the application of the tartan coating.

Subaru Building Singapur



In order to make the purchase of their model attractive to potential customers, the Subaru hub office has located its showroom on top of their roof. The visual center piece on the show roof is the drive-through tunnel. The Elasto-drain® EL 202 guarantees the stability stand of the construction, and it drains large quantities of water which appear in short-term. Already during installation EL 202 is very useful. Due to its pressure stability and its protective function it allows for comprehensive operations on the roof.



The test track offers a wide variety of challenges, such as a sand dune, steep approaches and descents, sharp curves, hollows and bumps, inclined planes and many different surfaces. Horizontal

forces develop from driving, especially from steering, breaking and accelerating. Two layers of Separation Sheet TGF 20 below EL 202 prevent these horizontal forces from damaging the water proofing.

Repsol Tower Buenos Aires

At the foot of a 160 m high office tower, this 4500 m² underground garage offers a natural space to unwind in the middle of the big city. Besides trees and lawn generous walkway and glass gravel surfaces were created as well.



Long-Lasting and Technically Sound Solutions

This Planning Guide aims to give you a general overview of the technology walkways and driveways.

Our technical experts will be pleased to advise you on specific solutions for your own individual building projects: from the planning phase right through to creating your specification texts.

Challenge us!



ZinCo GmbH · Lise-Meitner-Strasse 2 · 72622 Nuertingen · Germany
Phone: +49 7022 6003-0 · Fax: +49 7022 6003-100
www.zinco-greenroof.com · info@zinco-greenroof.com