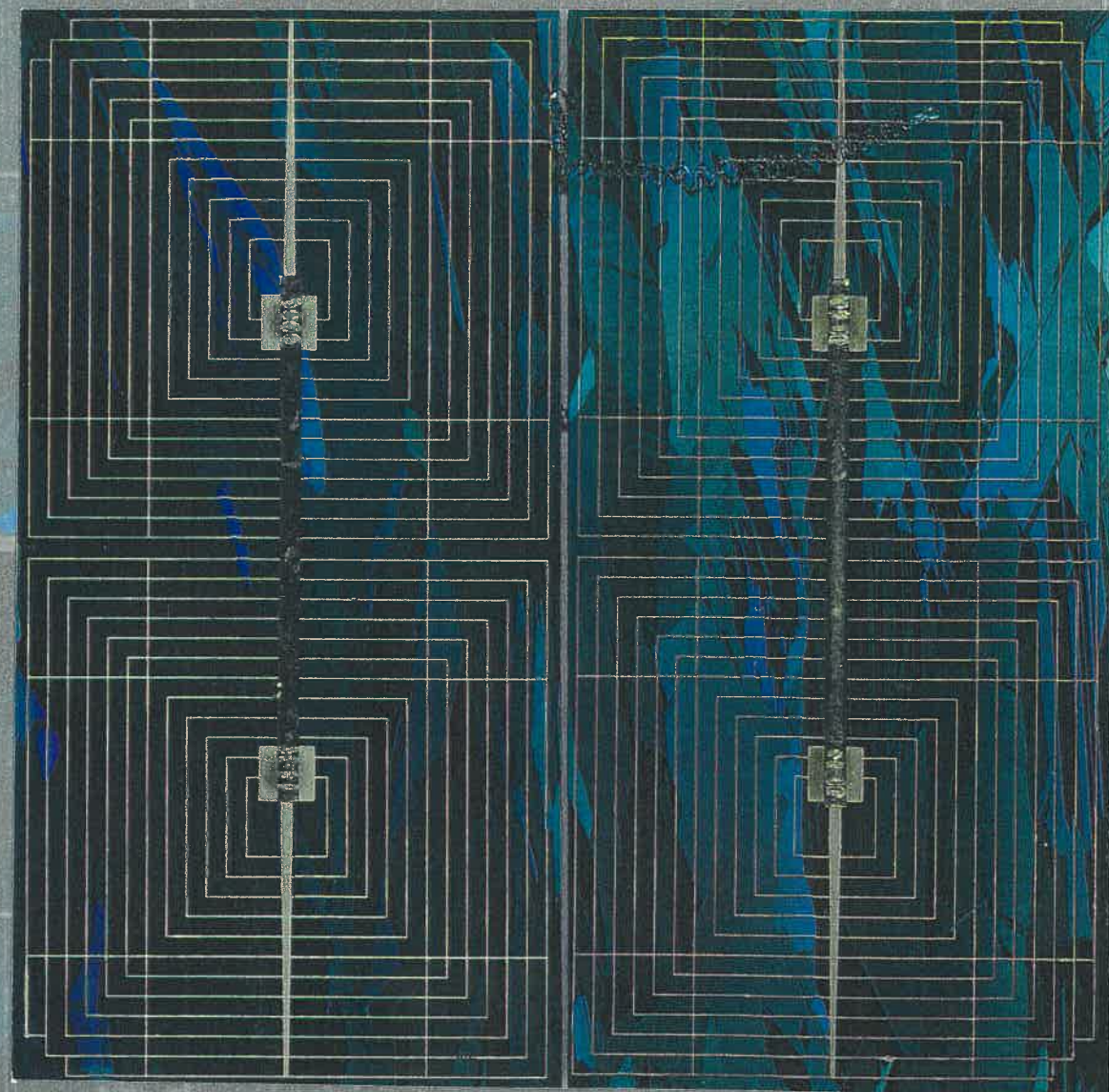




BCN 2004 AREA FORUM UNIVERSAL DE LES CULTURES

PARC SOLAR



GESP - Antoni Lloret Arquitectes: Activitats - Instal·lacions Arquitectòniques, Chatillon Architecture.

Barcelona Juny 1.999



INTRODUCCIÓ

Un dels projectes del **FÒRUM UNIVERSAL DE LES CULTURES BARCELONA 2004**, consisteix en un **PARC SOLAR** situat en el litoral nord de la ciutat de Barcelona, entre el futur Parc Zoològic i el riu Besòs, en ell es projecta la primera Central Fotovoltaica Urbana del món connectada a la xarxa, innovadora tant per la seva potència com per l'originalitat del seu caràcter urbà.

Atès que la radiació solar és una font d'energia renovable i la seva contaminació és nul·la a tots els nivells del cicle productiu, els generadors d'electricitat que utilitzen la conversió fotovoltaica són els que posseeixen el grau més elevat possible de sostenibilitat.

Les energies renovables i les d'origen fòssil han de ser considerades avui dia com les úniques tècnicament resoltes - malgrat que les d'origen fòssil no sempre presenten un control satisfactori de la pol·lució- i sens dubte jugaran un paper fonamental en el segle XXI. L'energia solar fotovoltaica n'és una de les principals i, gràcies a l'extensió del jaciment solar, és lògic que els generadors s'implantin a prop d'on serà utilitzada, en els edificis i en les aglomeracions urbanes.





BCN 2004 AREA FORUM UNIVERSAL DE LES CULTURES

PARC SOLAR

FOTO AÈRIA GENERAL

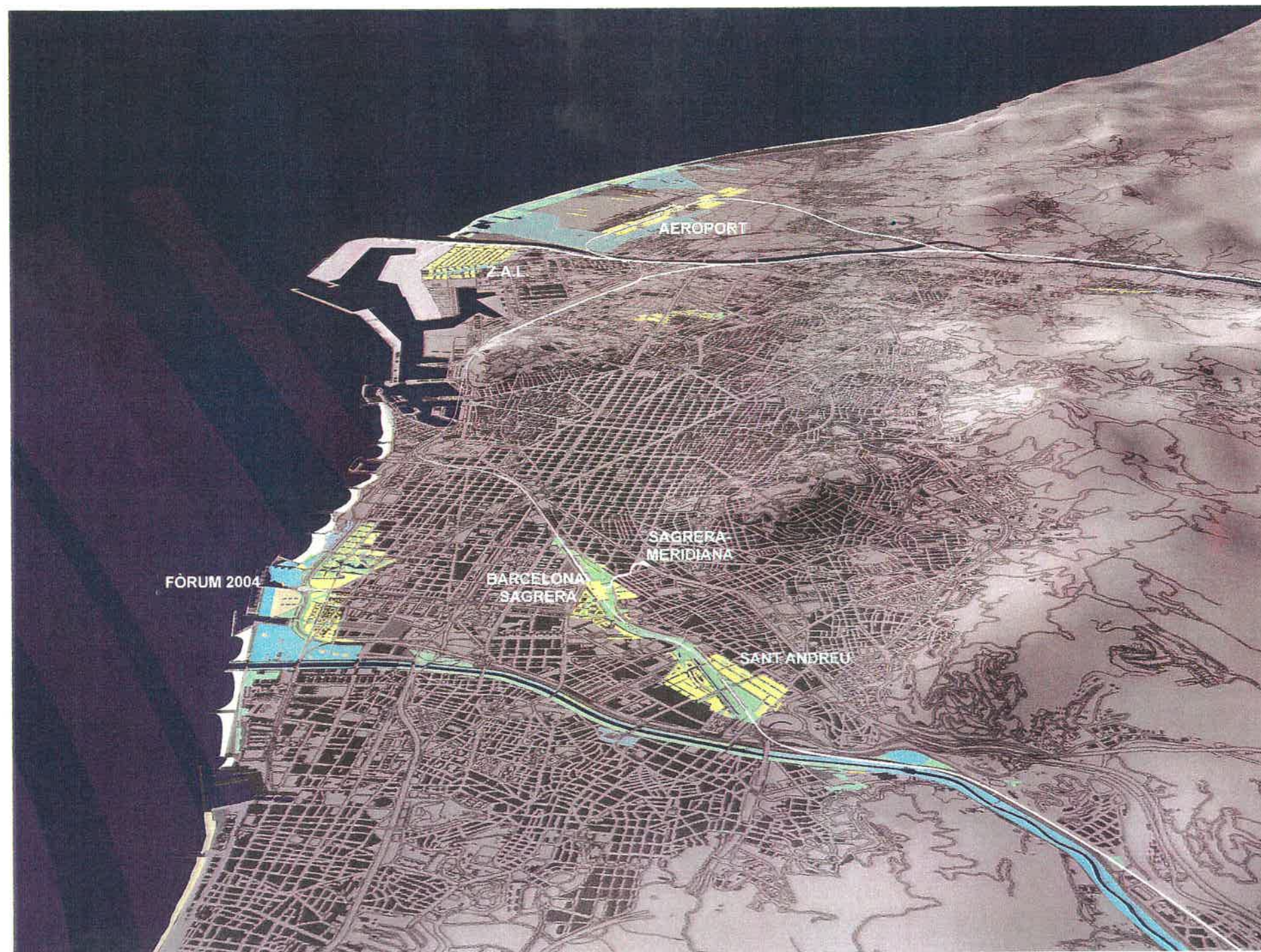


GESP - Antoni Lloret Arquitectes: Activitats - Instal·lacions Arquitectòniques, Chatillon Architecture.

Barcelona Juny 1.999







BCN 2004 AREA FORUM UNIVERSAL DE LES CULTURES

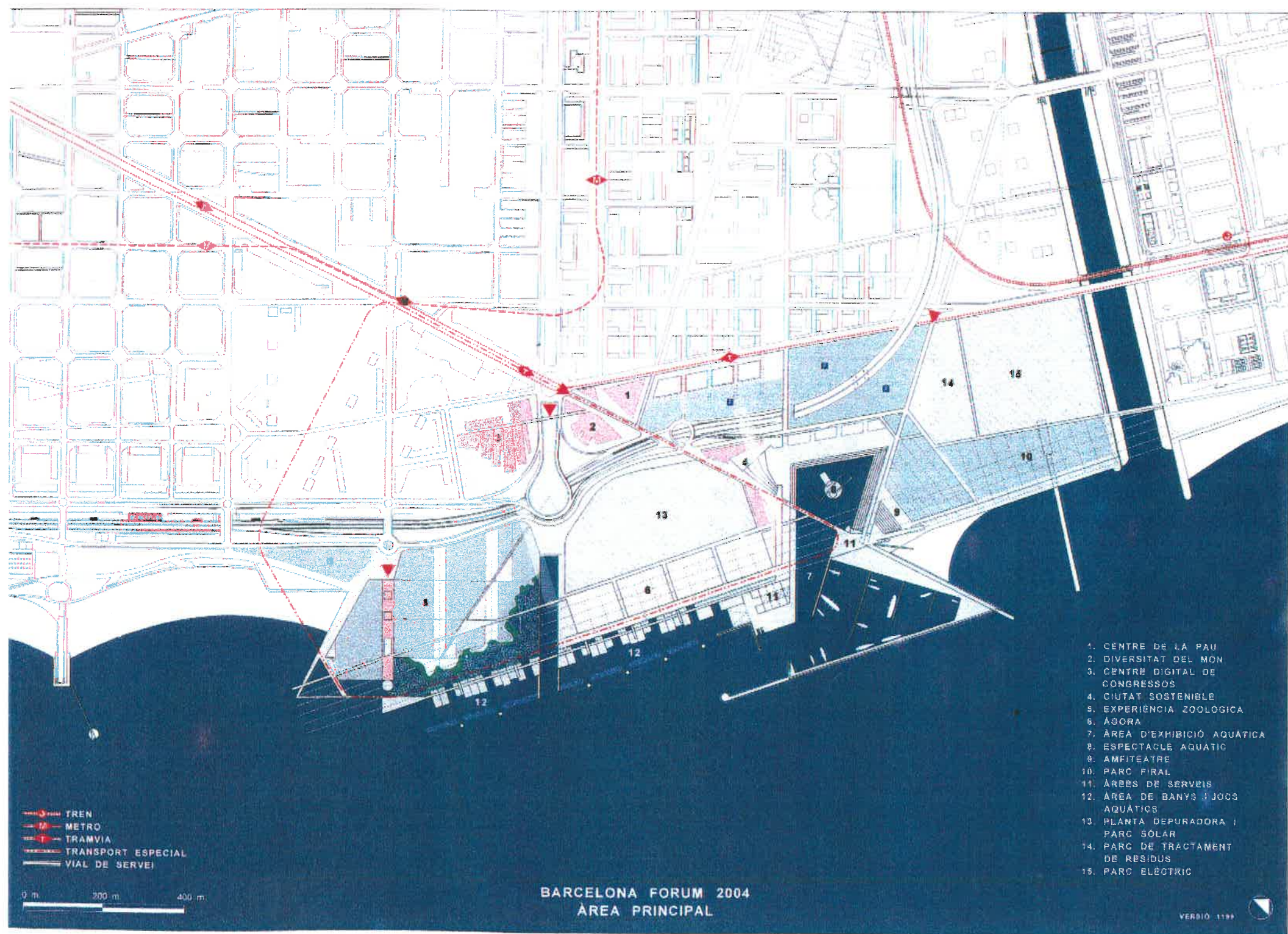
PARC SOLAR

VISTA AÈRIA
FUTURES ACTUACIONS METROPOLITANES
PROJECTE DE BARCELONA REGIONAL S.A.

GESP - Antoni Lloret Arquitectes: Activitats - Instal·lacions Arquitectòniques, Chatillon Architecture.

Barcelona Juny 1.999





BCN 2004 ÀREA FORUM UNIVERSAL DE LES CULTURES

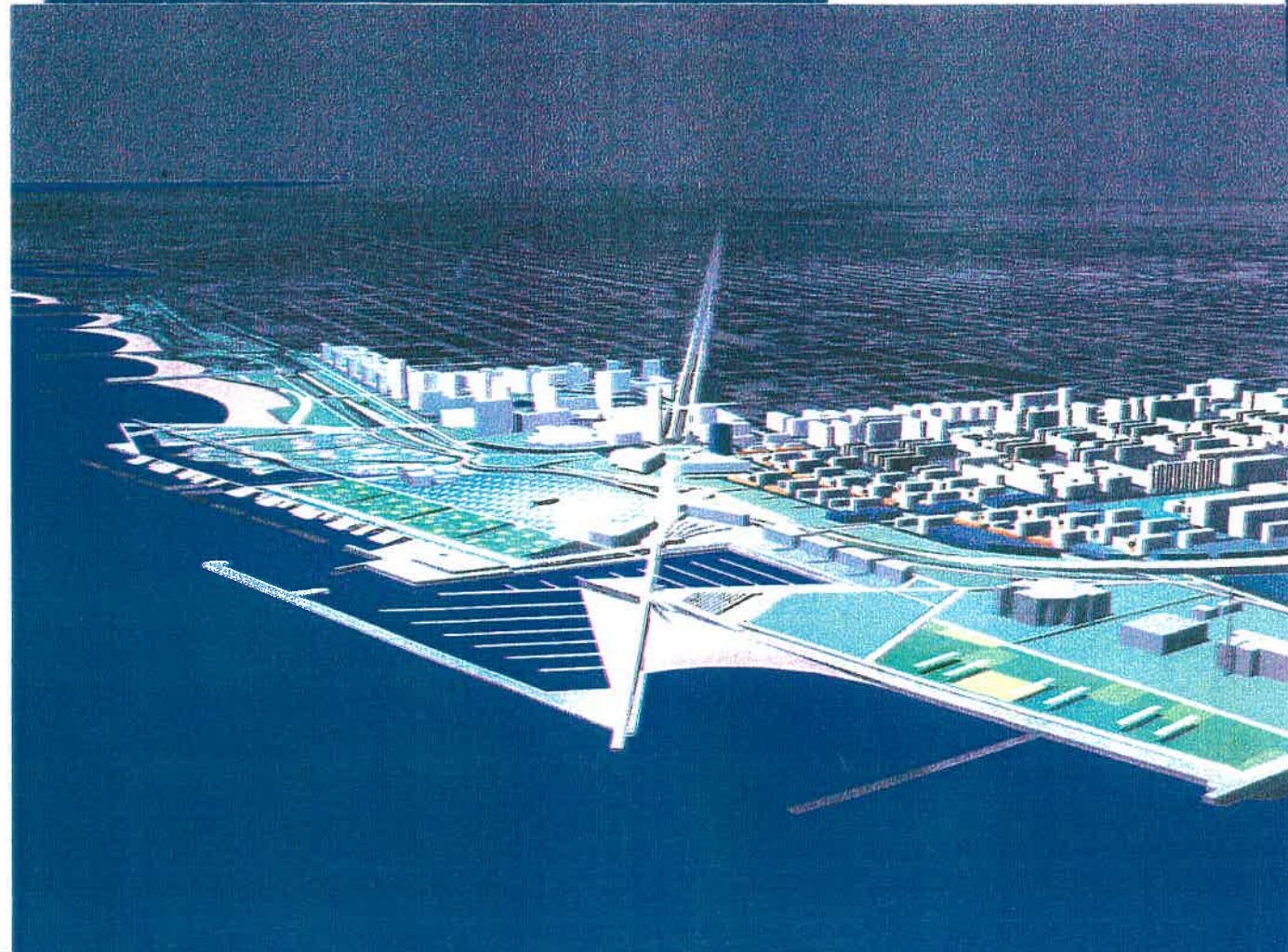
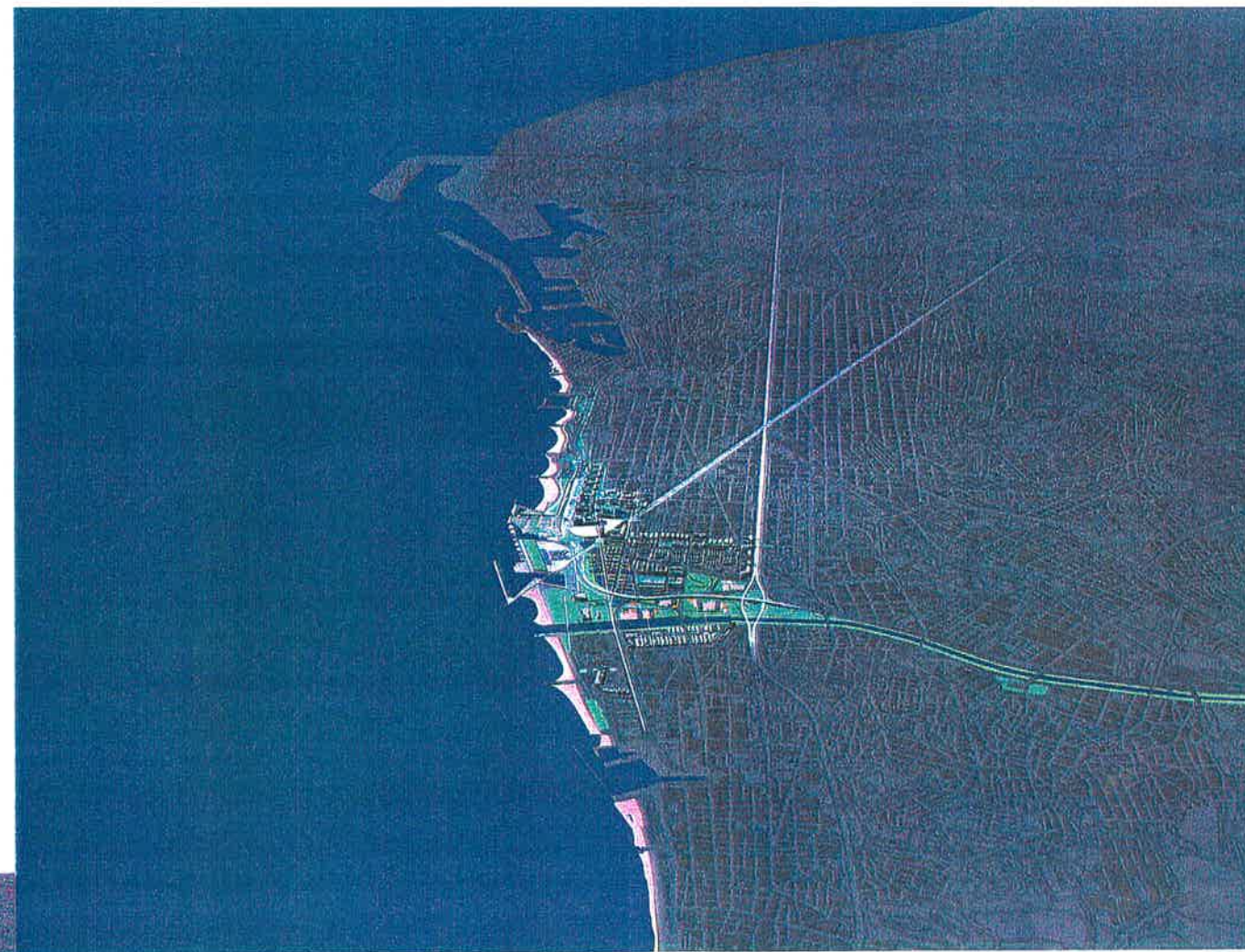
PARC SOLAR

FÒRUM 2004
PLANTA GENERAL D'USOS
PROJECTE DE BARCELONA REGIONAL S.A.

GESP - Antoni Lloret Arquitectes: Activitats - Instal·lacions Arquitectòniques, Chatillon Architecture.

Barcelona Juny 1.999





BCN 2004 AREA FORUM UNIVERSAL DE LES CULTURES

PARC SOLAR

FÒRUM 2004
PERSPECTIVES AÈRIES

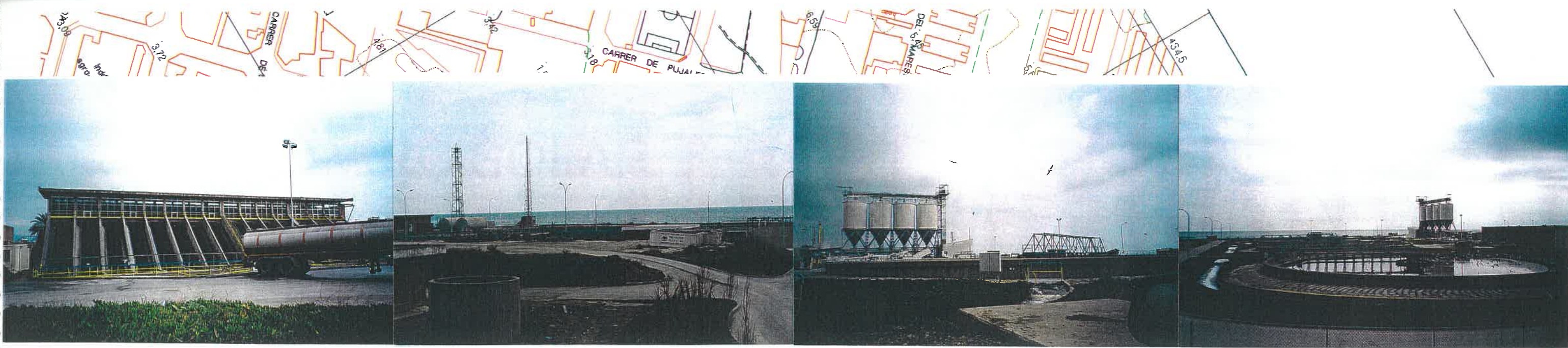
PROJEC TE DE BARCELONA REGIONAL S.A.



GESP - Antoni Lloret Arquitectes: Activitats - Instal.lacions Arquitectòniques, Chatillon Architecture.

Barcelona Juny 1.999





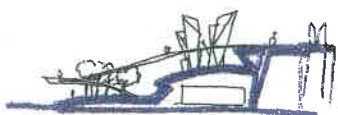
BCN 2004 AREA FORUM UNIVERSAL DE LES CULTURES

PARC SOLAR

PLANTA
ESTAT ACTUAL
E 1:5.000

GESP - Antoni Lloret Arquitectes: Activitats - Instal·lacions Arquitectòniques, Chatillon Architecture.

Barcelona Juny 1.999



EL PARC SOLAR

El Parc Solar és la primera proposta mundial d' **INTEGRACIÓ URBANA** d'una central FV. Té una gran potència (4 MWp) i pot generar molta energia elèctrica (5 MWh/any).

Els plànols actuals de l'àrea principal del "Barcelona 2004" indiquen un espai reservat per instal·lar un Parc Solar d'uns 98.000 m².

Les funcions que ha de complir aquest parc són les següents:

01

Subministrar energia elèctrica neta que permeti cobrir una bona part de les necessitats de les actuacions de la zona urbana en qüestió (9 MW).

02

Resoldre tota qüestió que s'oposi a la integració urbana i la sostenibilitat. Més concretament, es tracta de reutilitzar l'àrea ocupada per l'actual depuradora per millorar la qualitat de l'entorn urbà, cobrint la totalitat de la instal·lació.

03

Donar a la ciutat un parc públic original i impactant que representi una atracció pels ciutadans i visitants. En realitat, es tracta d'un parc que mereixi un ressò mundial tant pel que fa a la tecnologia com per l'originalitat de la seva concepció i funció ciutadana.

significant.

BCN 2004 AREA FORUM UNIVERSAL DE LES CULTURES

PARC SOLAR

EL PARC SOLAR

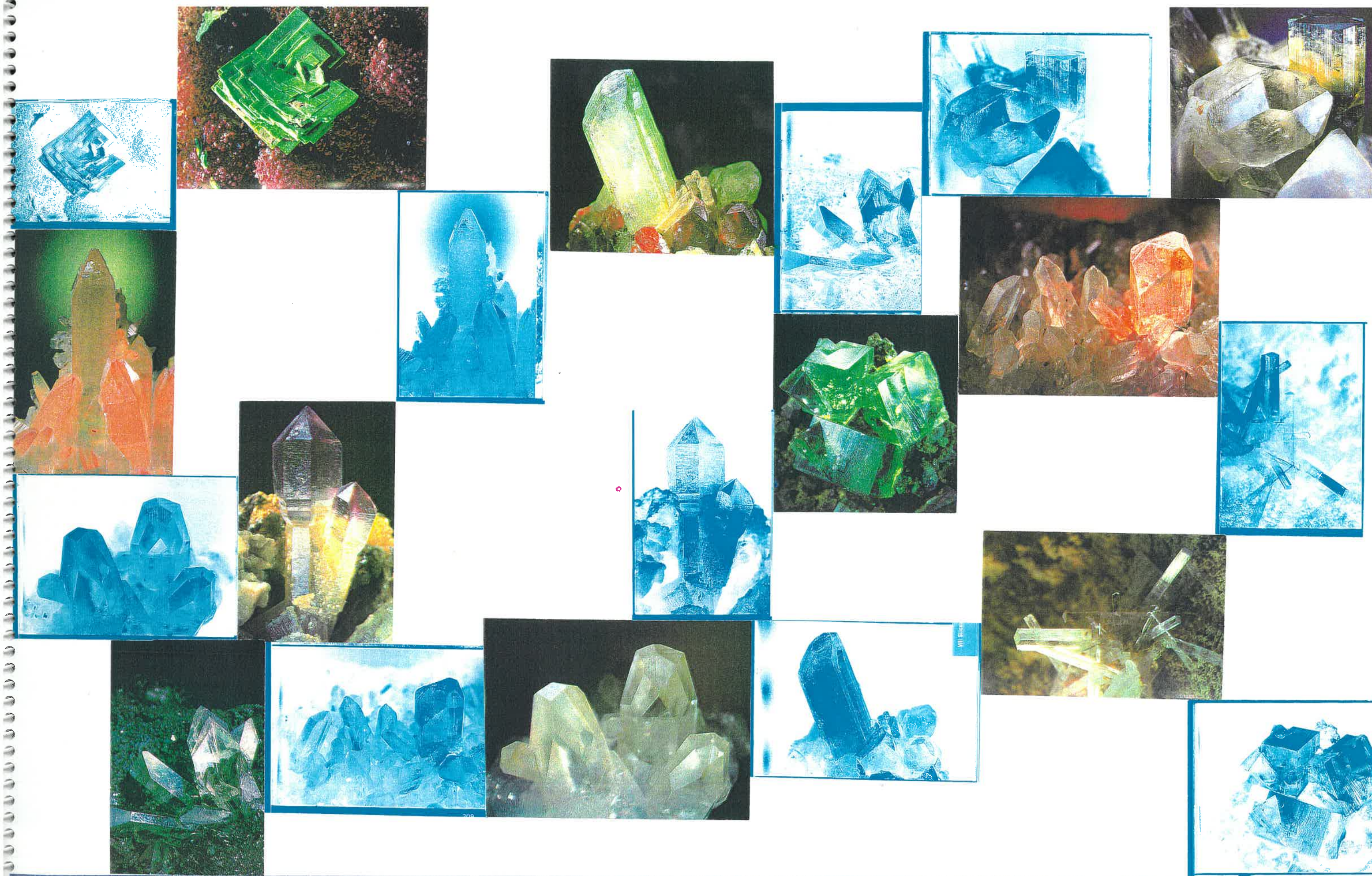


EL CONCEPTE DE BASE DEL PARC SOLAR

La major dificultat a l'hora de dissenyar una central fotovoltaica (FV) urbana de gran extensió és la d'evitar la monotonia i la uniformitat de la seva estètica i hermetisme. Si s'instal·len, per exemple, rengleres paral·leles de mòduls FV inclinats o fins i tot si se li dóna un aspecte al·lusiu a algun tema (ones de mar o d'altres), la monotonia és difícil d'evitar en una superfície urbana tan important.

Per això, el parc que proposem és concebut al voltant d'idees fonamentals com són:
ELS CONCEPTES D'ORDRE I DESORDRE, que trobem en tot l'univers, exemples de morfologia vegetal i mineral. Els cossos rígids del món mineral adquireixen aquí un sentit força particular, atès que permeten el fotovoltaic. En efecte, poden ser constituïts per cristalls, en els quals els àtoms es disposen ordenadament, és a dir, amb la repetició de motius ben precisos i ben definits o per estructures desordenades. En el primer cas s'anomenen sòlids i en el segon cossos amorfos. Tant els cristalls com els amorfos poden tenir propietats semiconductoras que originen la conversió FV.





BCN 2004 AREA FORUM UNIVERSAL DE LES CULTURES

PARC SOLAR

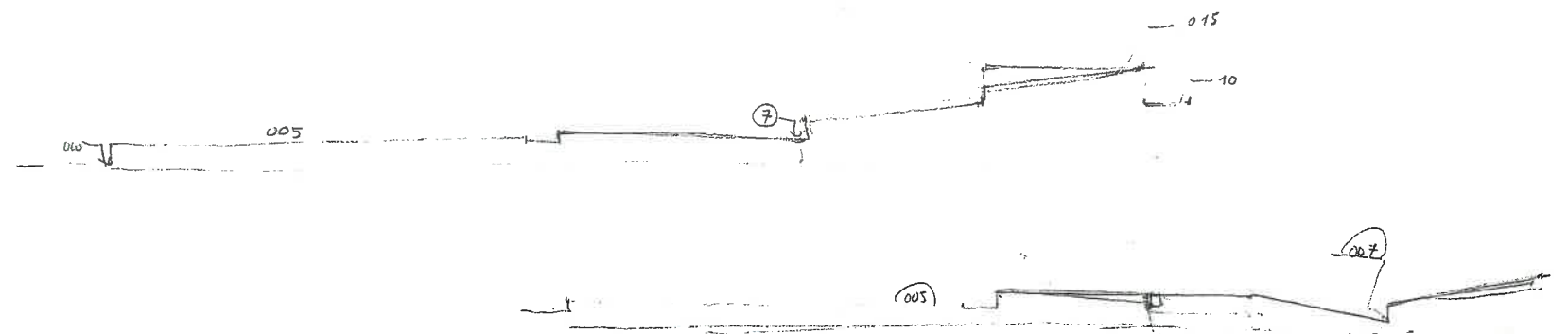
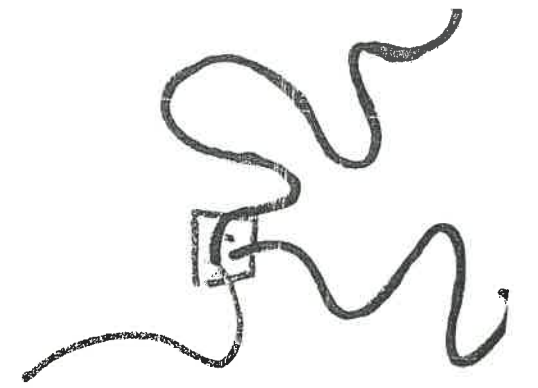
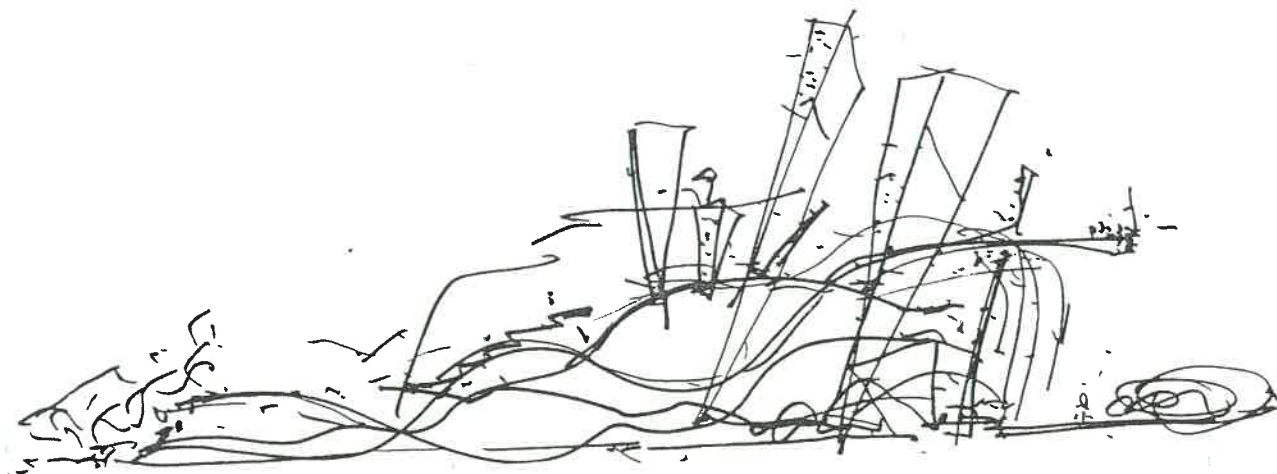
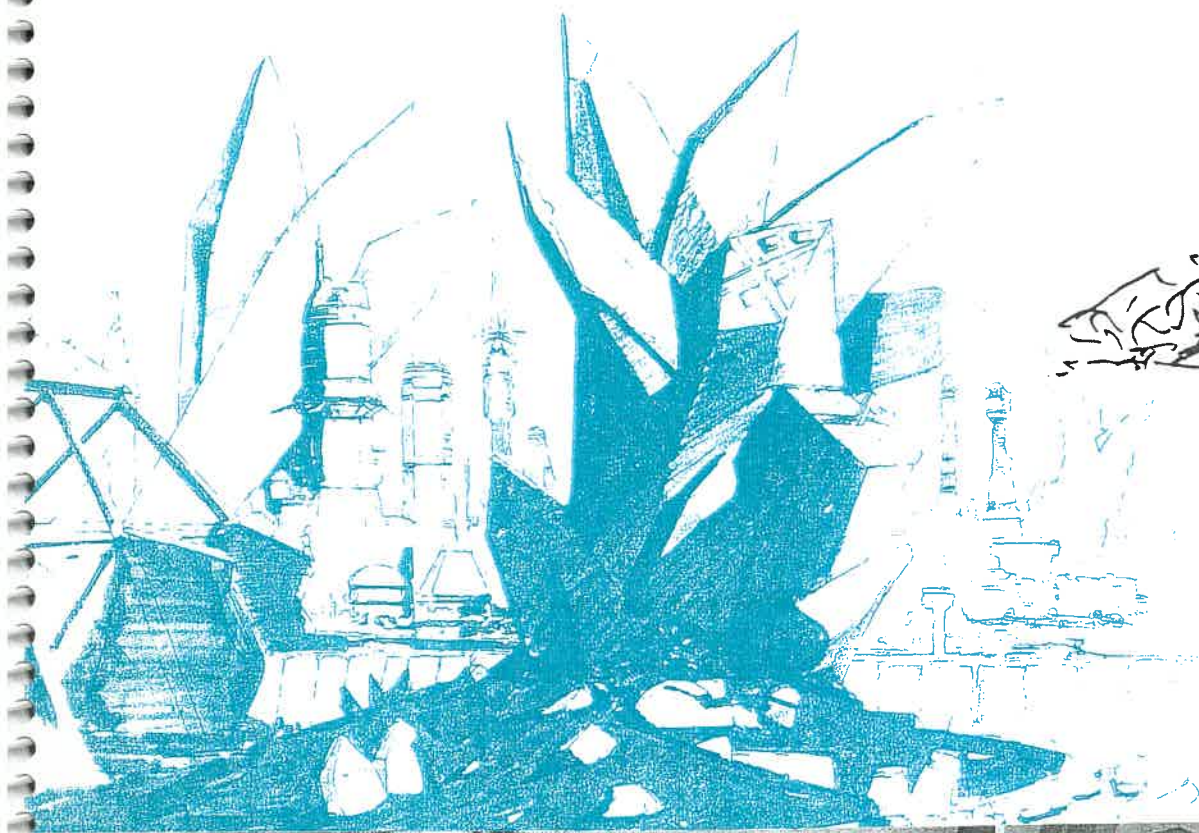
FORMES CRISTALLINES DE LA NATURA



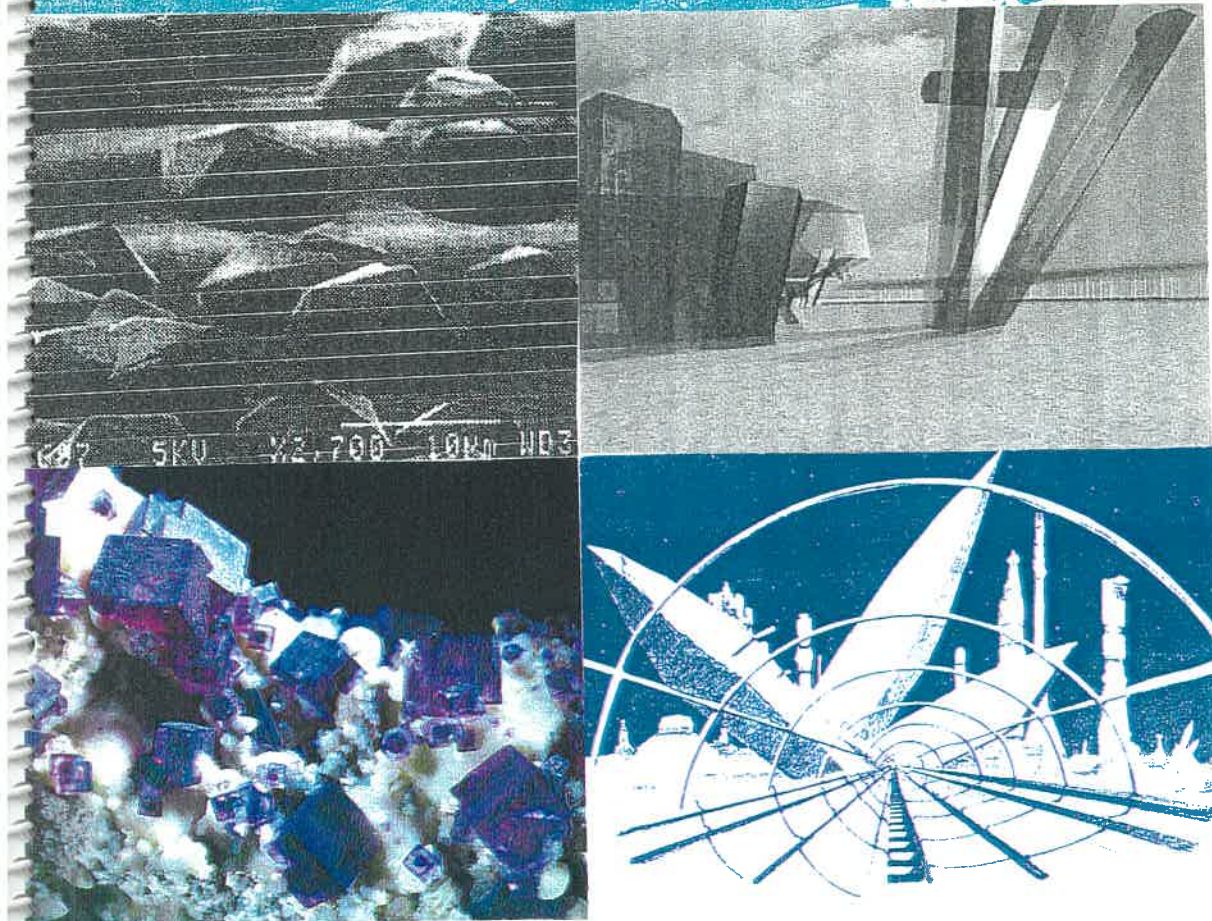
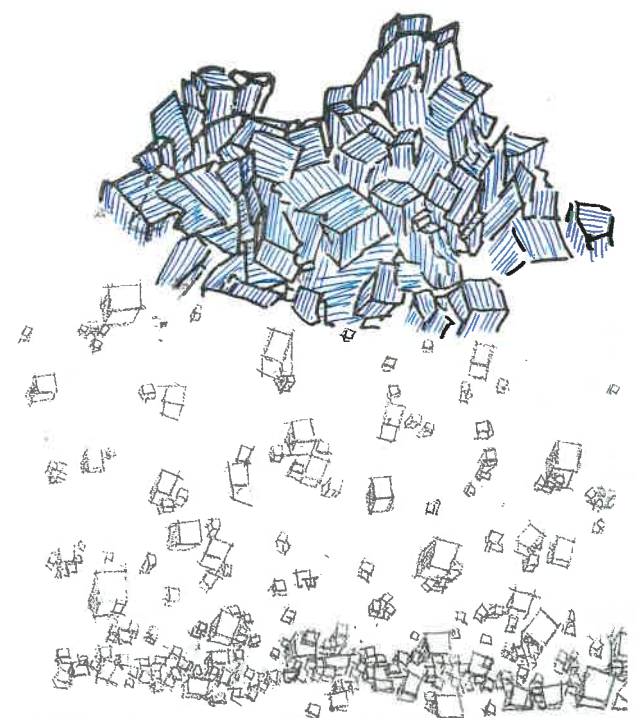
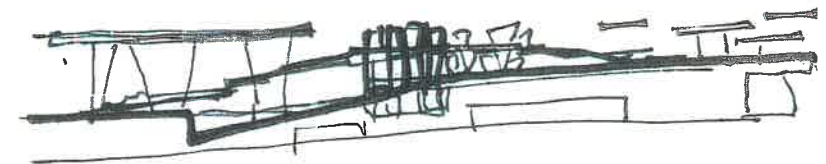
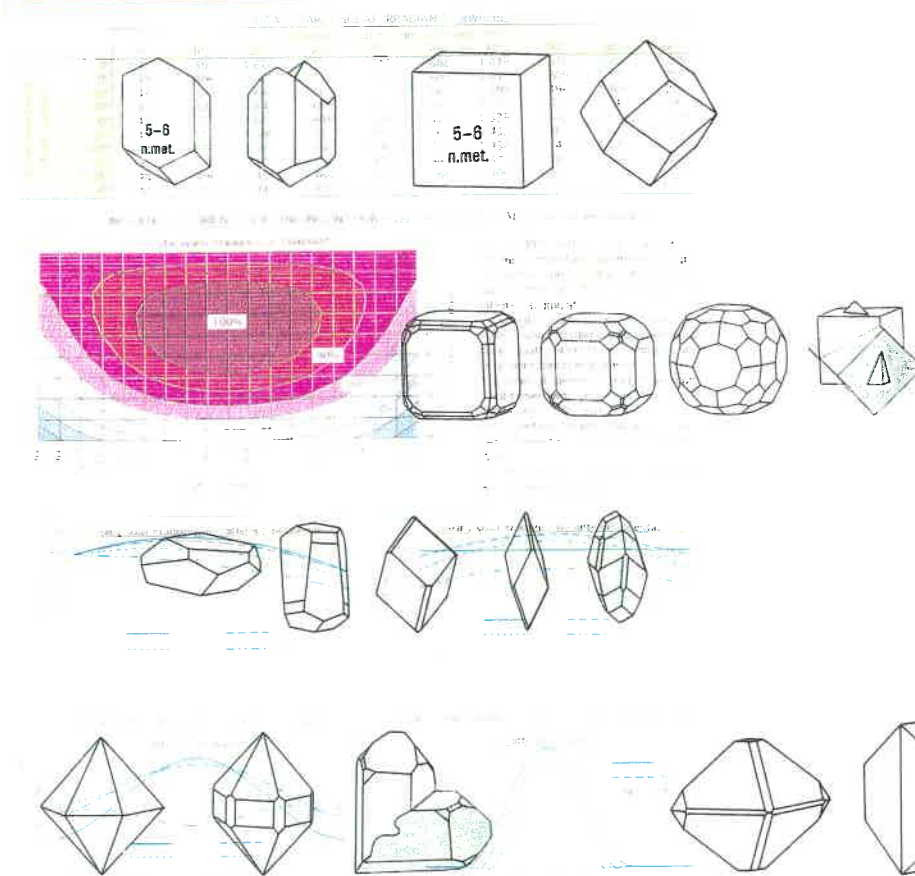
GESP - Antoni Lloret Arquitectes: Activitats - Instal·lacions Arquitectòniques, Chatillon Architecture.

Barcelona Juny 1.999





SOLAR IRRADIANCE CITY PLACE: BARCELONA



BCN 2004 AREA FORUM UNIVERSAL DE LES CULTURES

PARC SOLAR

IDEES: NATURA-ART-TECNOLOGIA

GESP - Antoni Lloret Arquitectes: Activitats - Instal.lacions Arquitectòniques, Chatillon Architecture.

Barcelona Juny 1.999



EL DISSENY DEL PARC SOLAR

El disseny del Parc Solar que proposem respon a la intenció d'evitar la monotonia visual i la pèrdua d'espai públic, tot i cercant disposicions de mòduls que permetin una integració estètica en un conjunt d'elements d'ús urbà.

LES PÉRGOLAS FV

EL PARC DE CRISTALL FV

Els elements essencials són: LES ESTRUCTURES URBANES

BCN 2004 AREA FORUM UNIVERSAL DE LES CULTURES

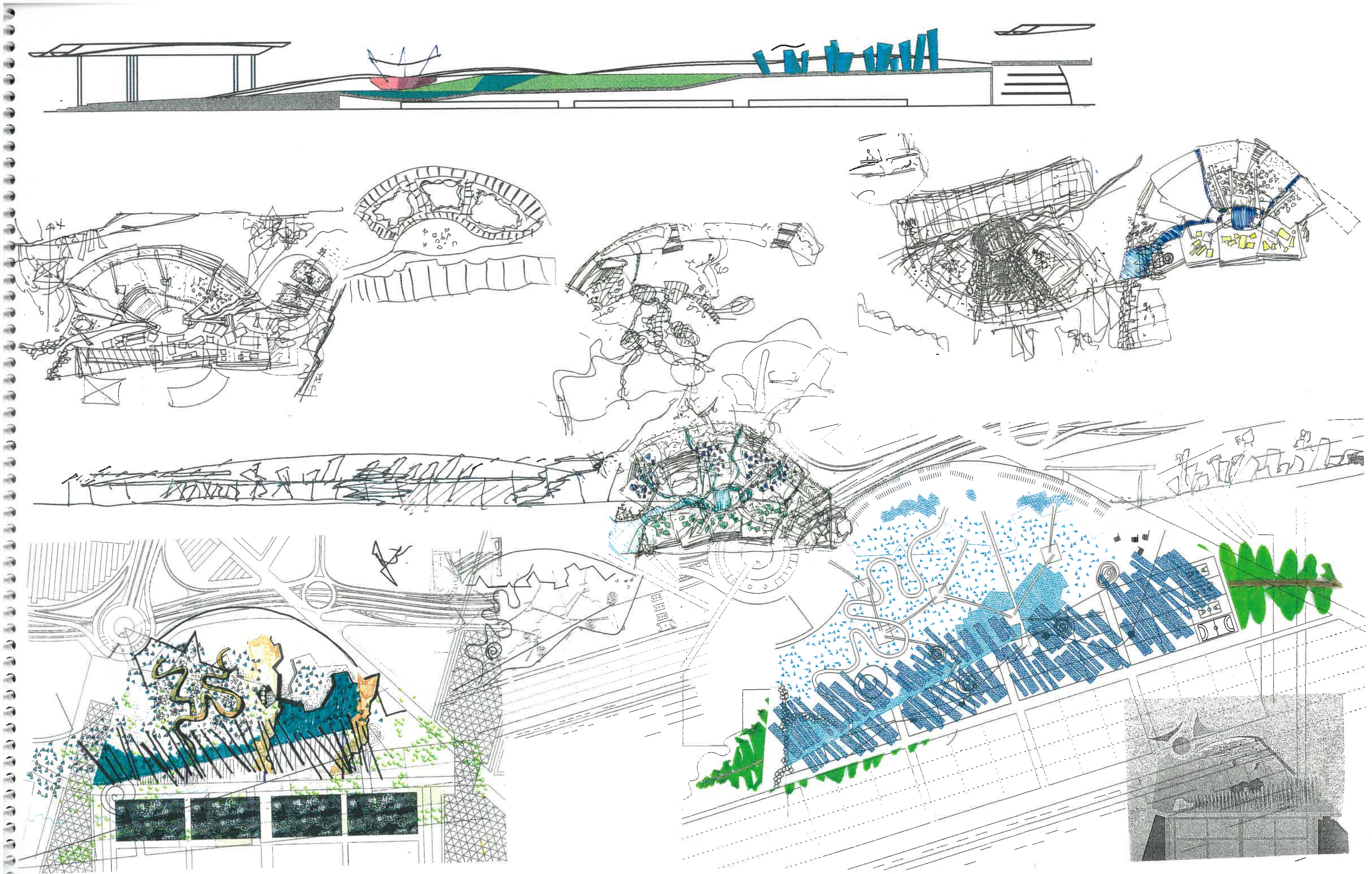
PARC SOLAR

DISSENY



GESP - Antoni Lloret Arquitectes: Activitats - Instal·lacions Arquitectòniques, Chatillon Architecture. Barcelona Juny 1.999





BCN 2004 AREA FORUM UNIVERSAL DE LES CULTURES

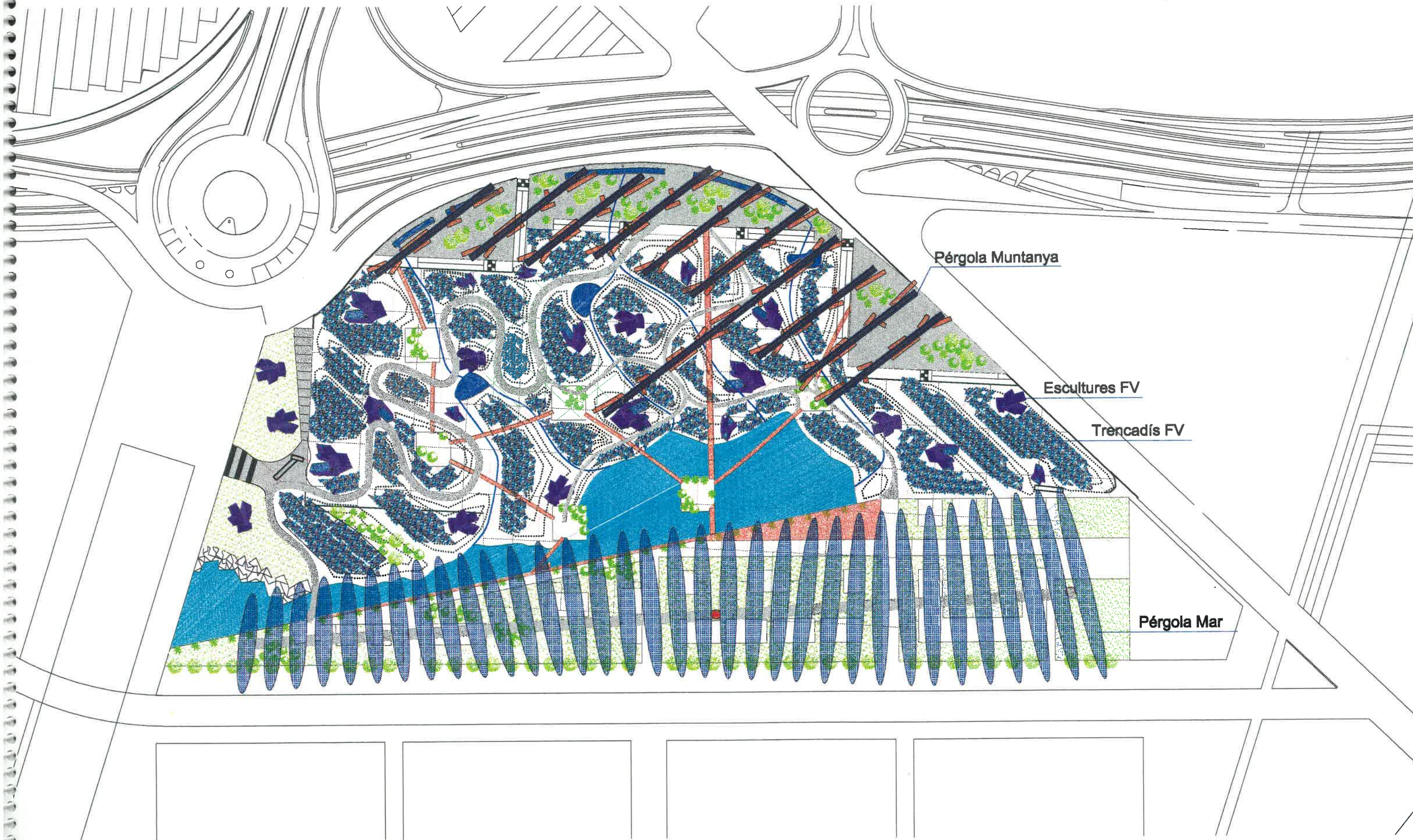
PARC SOLAR

PROCÉS EVOLUTIU: CROQUIS



GESP - Antoni Lloret Arquitectes: Activitats - Instal·lacions Arquitectòniques, Chatillon Architecture. Barcelona Juny 1.999





BCN 2004 AREA FORUM UNIVERSAL DE LES CULTURES

PARC SOLAR

PLANTA
ÚLTIMA VERSIÓ
E 1:2.000



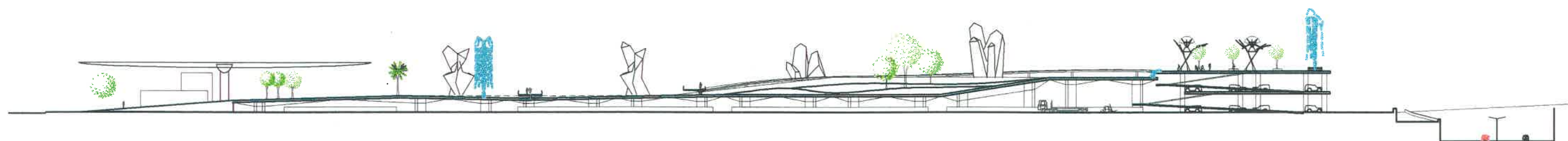
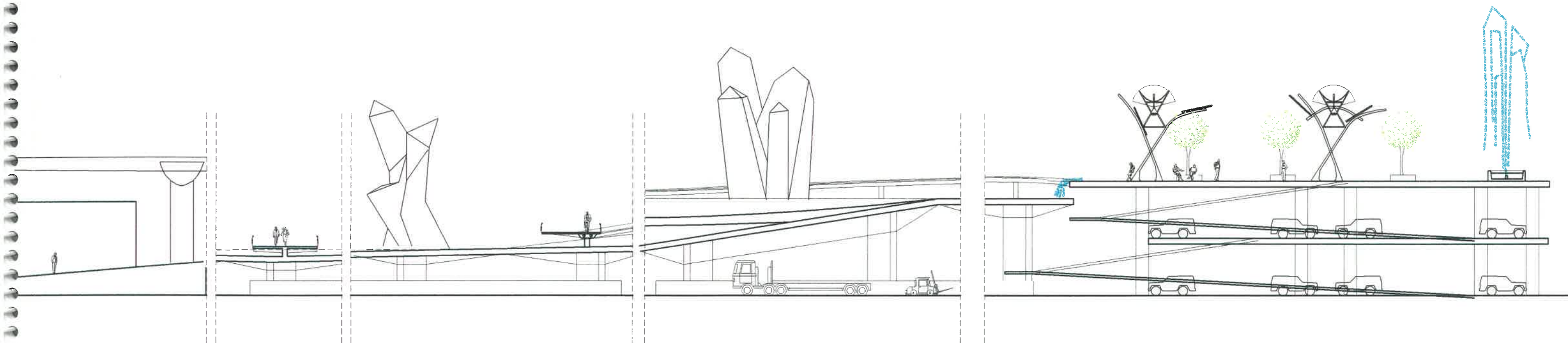
0 20 40 100



GESP - Antoni Lloret Arquitectes: Activitats - Instal·lacions Arquitectòniques, Chatillon Architecture.

Barcelona Juny 1.999





BCN 2004 AREA FORUM UNIVERSAL DE LES CULTURES

PARC SOLAR

SECCIÓ

E 1:2.000

GESP - Antoni Lloret Arquitectes: Activitats - Instal.lacions Arquitectòniques, Chatillon Architecture.

Barcelona Juny 1.999



0 20 40 100



LES PÈRGOLES FV

Gran part de la generació elèctrica l'efectuen mòduls FV que constitueixen dues grans pèrgoles que delimiten el parc: una a la banda muntanya, tocant a la ronda litoral, i l'altra a la banda mar, tocant i fent un cosit amb l'Àgora del Fòrum 2004.

Les pèrgoles de mar són constituïdes per grans estructures laminars aèries que contenen els equipaments FV. L'orientació i la inclinació de cada làmina són lleugerament variables dins d'uns marges que permeten la captació del 100% de la radiació solar.

Una part o la totalitat de les pèrgoles, situades a la banda de muntanya, són constituïdes per concentradors que segueixen el sol, desenvolupats pel Instituto de Energia Solar de Madrid. L'altra part, banda mar, amb mòduls FV convencionals. Les dues pèrgoles són aèries i emprenen les possibilitats espacials enlairant-se a mesura que progressen cap el nord. Es tracta de concentradors EUCLIDES, resultat d'una innovació d'alta tecnologia que pretén canviar l'àrea de les cèl·lules FV per l'àrea de miralls més barats. Cada mòdul de concentrador representa una potència de 35 kWp, té 84x4m² i ha de ser orientats N-S.

La potència pic de les pèrgoles FV és de 1.88 MWp (0.38 MWp pels Euclides i 1.5 MWp per la pèrgola mar).



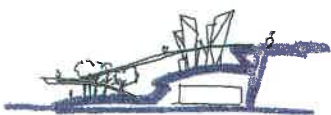
EL PARC DE CRISTALL

Al centre hi ha el Parc de Cristall, constituït per rocalles columnars de gran magnitud equipades amb mòduls FV (0.56 MWp), similars als cristalls de roca, disposades caòticament i per empedrats o trencadissos de mòduls FV (1.6 MWp) disposats també anàrquicament. Tant els uns com els altres, fets amb cèl·lules FV de colors (magenta, or, blau, verd) de diferents dimensions i aspectes.

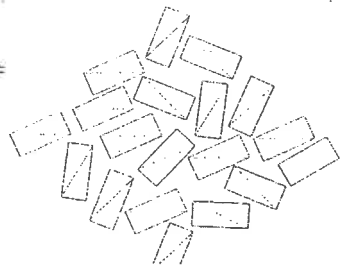
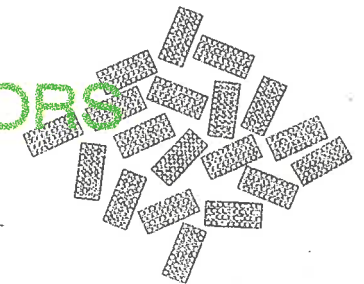
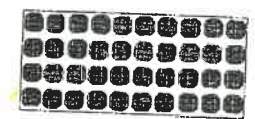
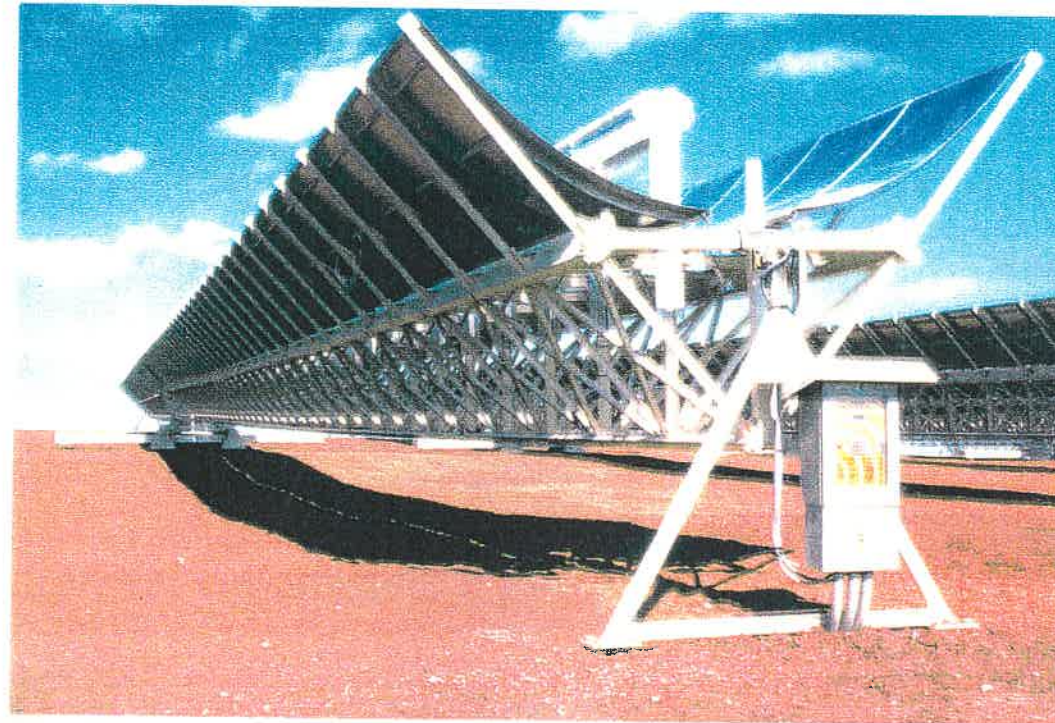
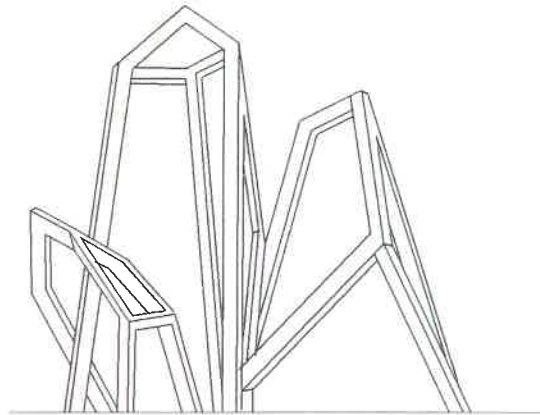
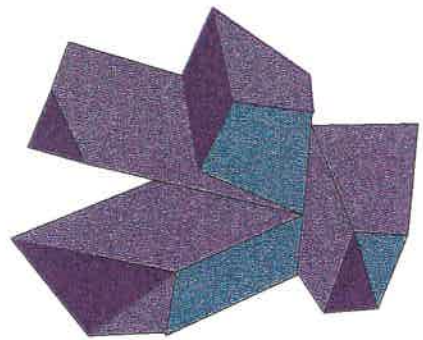
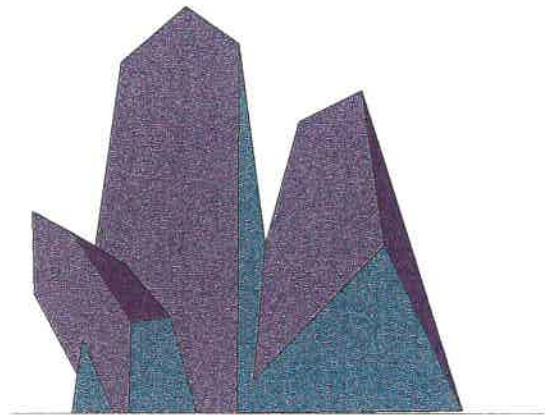
Cada rocalla és una composició de prismes amb cares de diferents orientacions i dimensions, que permeten la captació d'un 100% de la radiació solar. Les cèl·lules FV són de colors blau, or, magenta, verd, o gris. Els trencadissos poden captar més d'un 80% de la radiació del sol.

Entre les rocalles i els trencadissos s'ha previst la creació de rierols produïts per brolladors d'aigua provinent del freàtic i impulsats per bombes directament connectades a l'energia FV. Els rierols desemboquen en un estanc connectat amb el mar i situat, en part, sota la pèrgola mar. Atès que els brolladors seran accionats per l'energia solar provinent de mòduls FV pròxims, només funcionaran amb presència de llum natural i no significaran així cap mena de despesa energètica de la xarxa. Amb aquesta solució obtindrem un microclima que farà més agradable l'ús urbà del conjunt.

Els conceptes d'ordre i de desordre que, com hem dit, inspiren el projecte, apareixen intrínsecament en els elements que hem definit. A l'estructura cristal·lina perfectament ordenada de les cèl·lules FV, succeeixen mòduls ben sovint col·locats en un desordre caòtic, com és el cas de les rocalles (els cristalls de roca s'enlairen en totes direccions) i els trencadissos desordenats del parc de cristall. La pèrgola mar manté la semiregularitat d'una branqueta de falguera que s'enlaira cap el nord. Tots aquests elements, formant accents variables de desordre, constitueixen un sistema perfectament racional i ordenat, el d'un gran sistema FV perfectament optimitzat, que genera una quantitat important d'energia elèctrica.



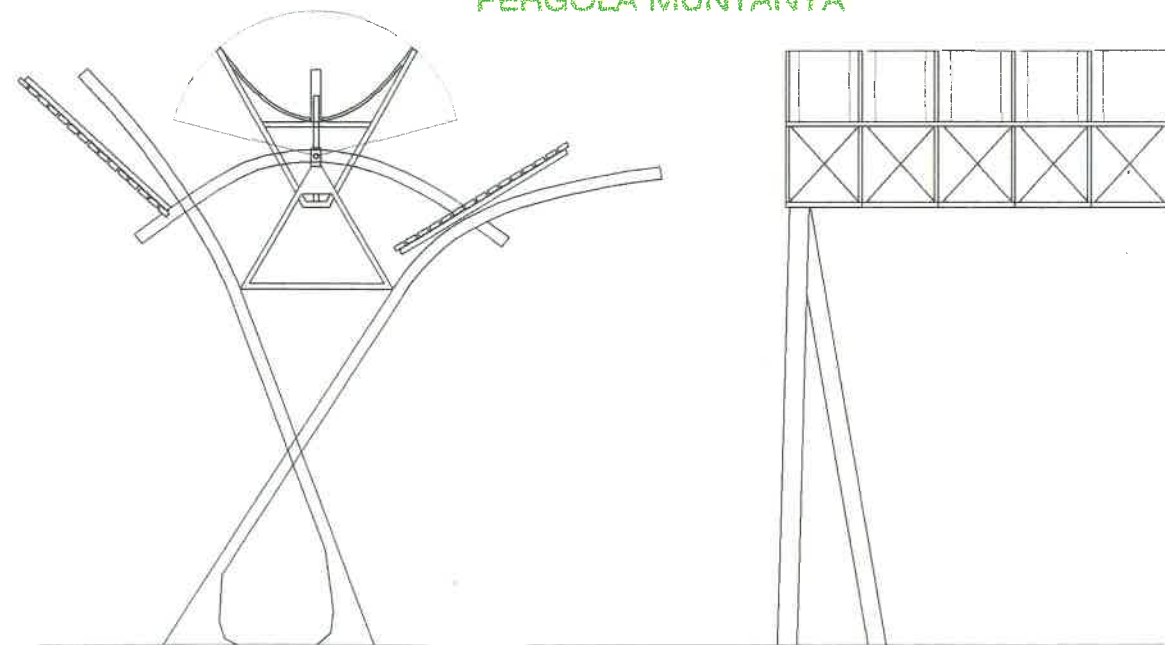
ESCULTURES



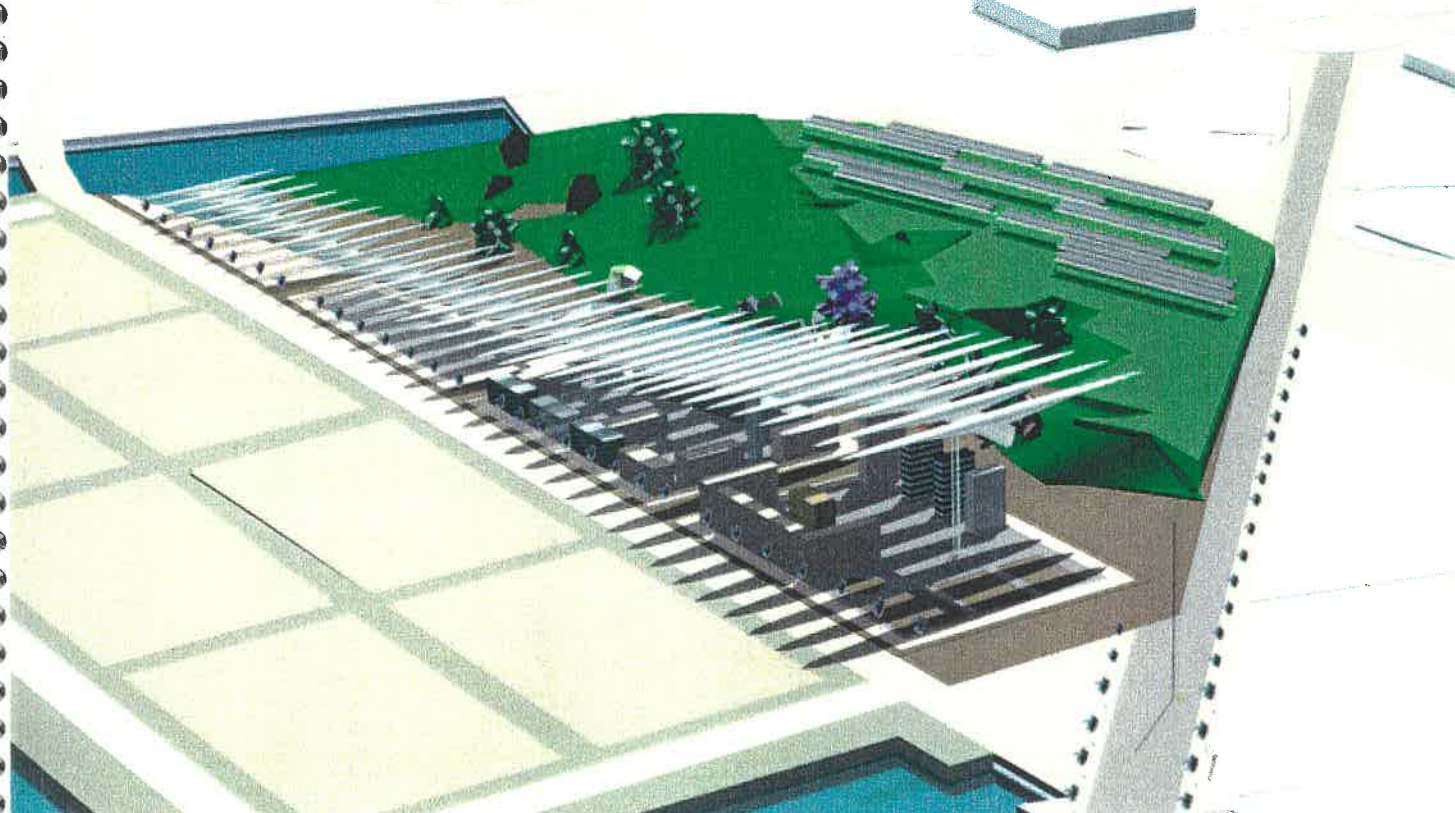
TRENCADÍS

CONCENTRADORS

PÈRGOLA MUNTANYA



PÈRGOLA A MAR



BCN 2004 AREA FORUM UNIVERSAL DE LES CULTURES

PARC SOLAR

DETALLS
APLICACIONS MÒDULS FV
PÈRGOLA FV I PARC DE CRISTALL

GESP - Antoni Lloret Arquitectes: Activitats - Instal·lacions Arquitectòniques, Chatillon Architecture.

Barcelona Juny 1.999



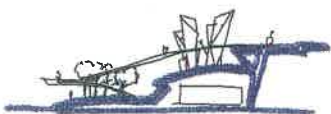
ESTRUCTURES URBANES

Són constituïdes per edificacions, accessos, camins i jardins. Algunes edificacions, aquelles que estan situades sota les pèrgoles més elevades, poden ser relativament altes.

Els accessos principals al parc, que podrà ser visitat en gran part, es troben al nord, on l'Avinguda Diagonal acaba en el mar, i a la part sud. Els camins podran ser recorreguts a peu, amb bicicleta i amb vehicles lúdics de transport.

Sota les pèrgoles hi pot haver àrees ajardinades amb grans arbres. Altres zones verdes podran ser disposades en harmonia amb els brolladors FV, de tal manera que la vegetació no ombregi les cèl·lules FV.

El projecte té en compte que s'ha de cobrir la depuradora. En efecte, el parc de cristall s'enlaira cap al nord, assolint les cotes idònies que permeten el recobriment.





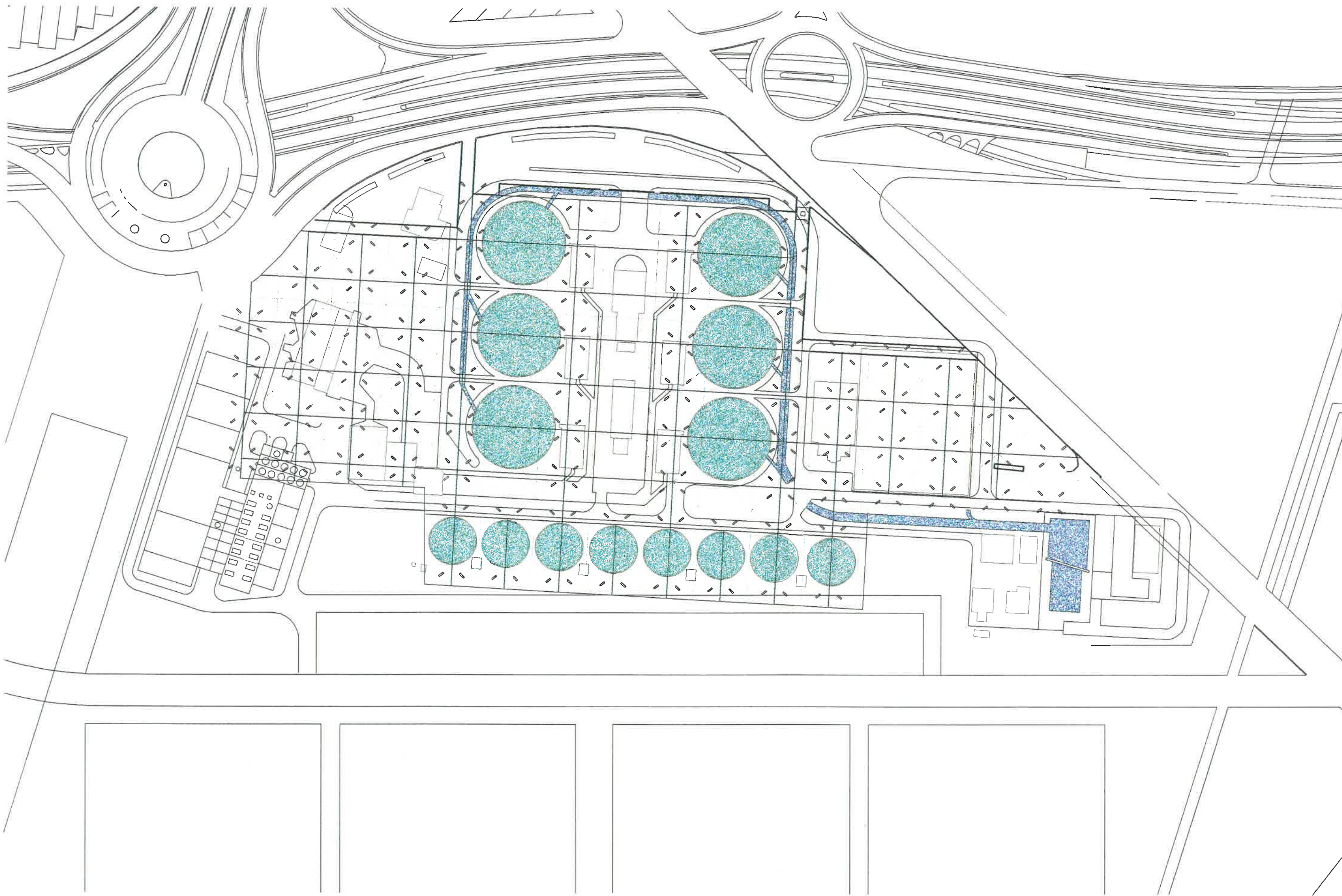
BCN 2004 AREA FORUM UNIVERSAL DE LES CULTURES

PARC SOLAR

PLANTA
ESTRUCTURES URBANES
E 1:2.000

GESP - Antoni Lloret Arquitectes: Activitats - Instal·lacions Arquitectòniques, Chatillon Architecture. Barcelona Juny 1.999





BCN 2004 AREA FORUM UNIVERSAL DE LES CULTURES

PARC SOLAR

PLANTA ESQUEMA ESTRUCTURAL
RECOBRIMENT DE LA DEPURADORA
E 1:2.000

GESP - Antoni Lloret Arquitectes: Activitats - Instal.lacions Arquitectòniques, Chatillon Architecture. Barcelona Juny 1.999



EL PARC SOLAR I BARCELONA

El Parc Solar s'inscriu en el marc d'una tradició barcelonina consistent a congregar la tecnologia i l'art. Per tal d'il·lustrar aquesta idea només cal recordar realitzacions arquitectòniques com les de Gaudí o, més modernament, el Palau Sant Jordi, la Torre Foster...

El Parc Solar és una extraordinària proesa tècnica i alhora estètica, dirigida cap al futur i d'acord amb l'esperit del **FÒRUM UNIVERSAL DE LES CULTURES** on la sostenibilitat és una de les expressions més importants del respecte i la tolerància.

BCN 2004 AREA FORUM UNIVERSAL DE LES CULTURES

PARC SOLAR

EL PARC SOLAR I BARCELONA



GESP - Antoni Lloret Arquitectes: Activitats - Instal·lacions Arquitectòniques, Chatillon Architecture. Barcelona Juny 1.999





BCN 2004 AREA FORUM UNIVERSAL DE LES CULTURES

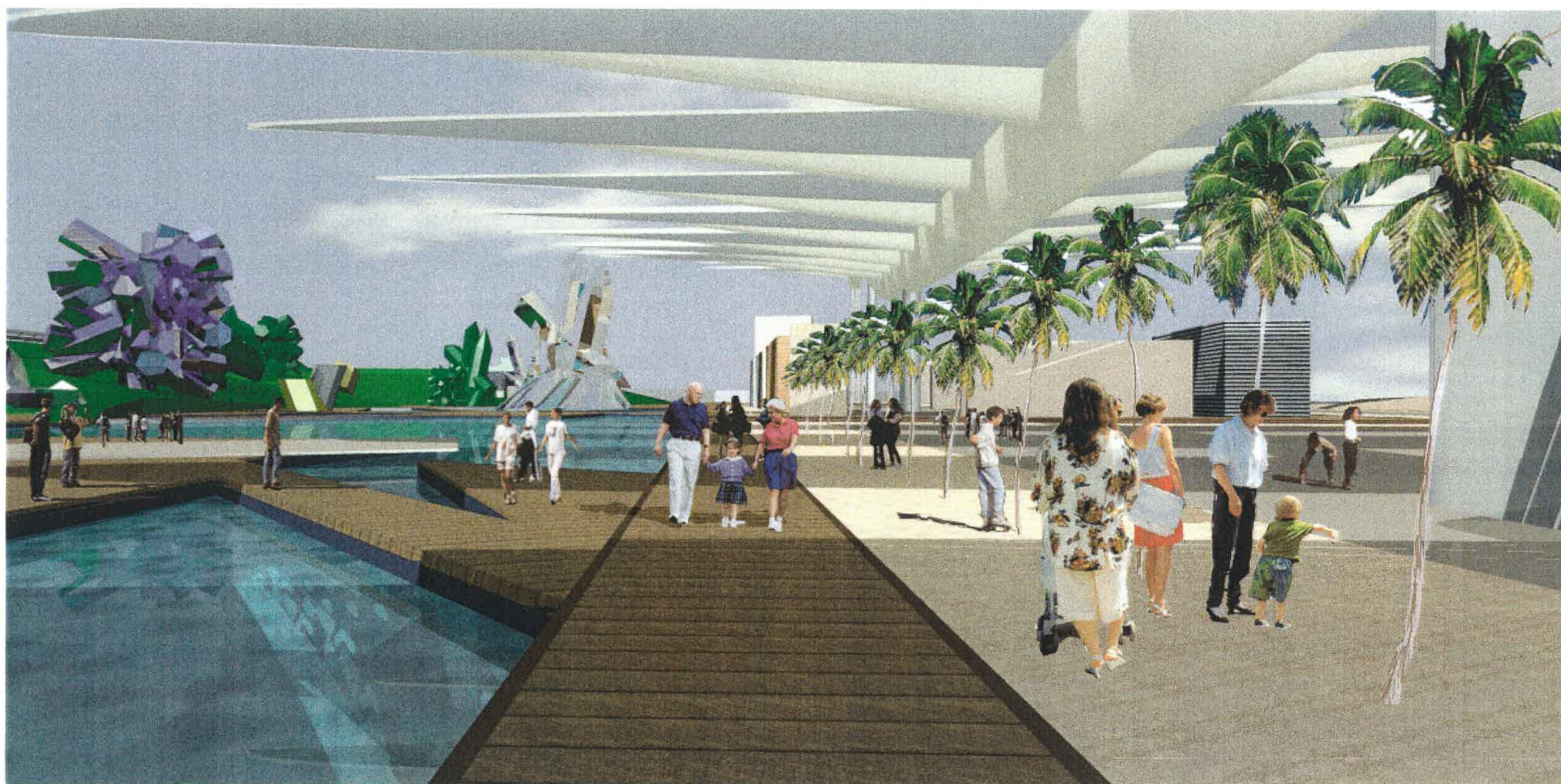
PARC SOLAR

IMATGE



GESP - Antoni Lloret Arquitectes: Activitats - Instal·lacions Arquitectòniques, Chatillon Architecture. Barcelona Juny 1.999





BCN 2004 AREA FORUM UNIVERSAL DE LES CULTURES

PARC SOLAR

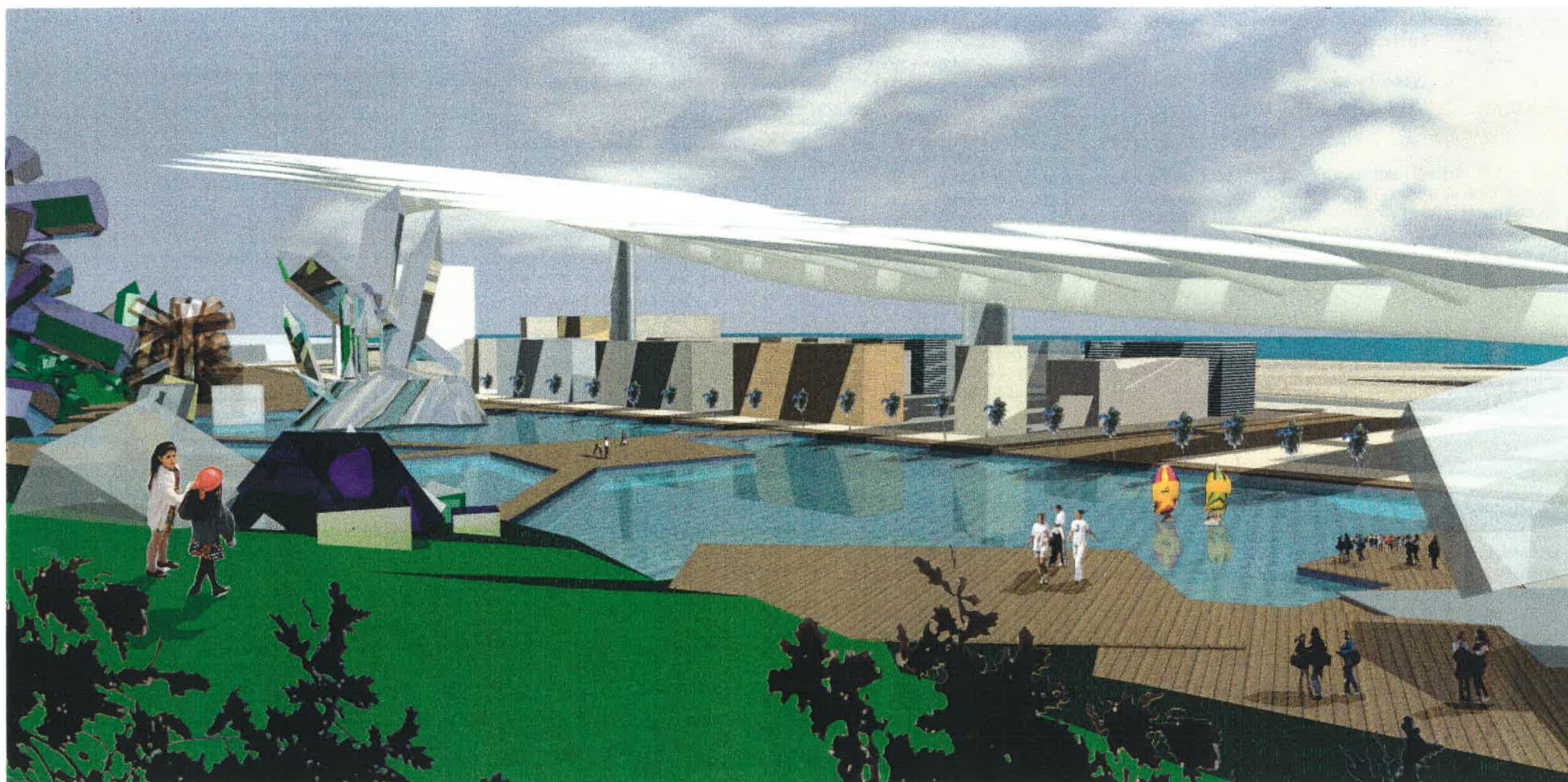
IMATGE



GESP - Antoni Lloret Arquitectes: Activitats - Instal·lacions Arquitectòniques, Chatillon Architecture.

Barcelona Juny 1.999





BCN 2004 AREA FORUM UNIVERSAL DE LES CULTURES

PARC SOLAR

IMATGE



GESP - Antoni Lloret Arquitectes: Activitats - Instal·lacions Arquitectòniques, Chatillon Architecture.

Barcelona Juny 1.999



GESP

Groupement d'Intérêt Scientifique
Eurorégional des Systèmes
Photovoltaïques
Agrupación de Interés Científico
Euroregional de los Sistemas
Fotovoltaicos

Midi-Pyrénées, Languedoc-Roussillon,
Cataluña

Departament de Física Aplicada y Óptica.
Universitat de Barcelona. Avenida Diagonal, 647.
E-08028 Barcelona.
Tel: 93.402.11.35 - Fax: 93.402.11.38

Barcelona, 22 de Junio de 1999

Parque Solar del Fórum 2004 Pre-proyecto, Marzo 1999

Concepción y coordinación general:
GESP (Agrupación Euroregional de los
Sistemas Fotovoltaicos)

Dirección del Proyecto: Dr. Antoni Lloret
(LAAS-CNRS y Director del GESP)

Realización del proyecto:

Arquitectura y Urbanismo :

- Activitats & Instal·lacions
Arquitectòniques, Barcelona
- Atelier d'Architecture et
d'Urbanisme F. Chatillon et
Associés, Ferney-Voltaire
y Barcelona

Asesoría de Arquitectura

Medioambiental:

Jocelyne de Botton y Halfon

Sistemas Fotovoltaicos :

- Òscar Aceves y Lluís Sabata,
TFM SA, Moncada i Reixach
- Augustin Martinez y Jean-
Paul Berry, LAAS-CNRS,
Toulouse

Colaboraciones externas :

Instituto de Energía Solar,
Madrid
BP Solar Europe and Africa
Photowatt, Francia

INTRODUCCIÓN

Uno de los proyectos del **Fórum Universal de las Culturas Barcelona 2004**, consiste en un Parque Solar situado en el litoral norte de la ciudad de Barcelona, entre el futuro Parque Zoológico y el río Besòs. En él se proyecta la primera **Central Fotovoltaica Urbana** del mundo conectada a la red, innovadora tanto por su potencia como por la originalidad de su carácter urbano.

Dado que la radiación solar es una fuente de energía renovable y que su contaminación es nula a todos los niveles del ciclo productivo, los generadores de electricidad que utilizan la conversión fotovoltaica son los que poseen el grado más elevado posible de sostenibilidad.

Las **energías renovables** y las de **origen fósil** deben ser consideradas hoy en día como las **únicas técnicamente resueltas** - a pesar de que las de origen fósil no siempre presentan un control satisfactorio de la polución - y sin duda jugarán un papel fundamental en el siglo XXI. La **energía solar fotovoltaica** es una de las principales y, gracias a la extensión del yacimiento solar, es lógico que los generadores se implanten cerca de donde será utilizada, en los edificios y en las aglomeraciones urbanas.

EL PARQUE SOLAR

El Parque Solar es la **primera propuesta mundial de integración urbana de una central FV**. Tiene una gran potencia (4MWp) y puede generar mucha energía eléctrica (5 MWh/año).

Los planos actuales del área principal del "Barcelona 2004" indican un espacio reservado para instalar un **Parque Solar de unos 98.000 m²**.

Las funciones que debe cumplir este parque son las siguientes:

1. **Suministrar energía eléctrica limpia** que permita cubrir una buena parte de las necesidades de las actuaciones de la zona urbana en cuestión (9MW).

2. **Resolver cualquier cuestión que se oponga a la integración urbana y la sostenibilidad**. Más concretamente, se trata de reutilizar el área ocupada por la actual depuradora para mejorar la calidad del entorno urbano, cubriendo la totalidad de la instalación.

3. **Dar a la ciudad un parque público original e impactante** que represente una atracción para los ciudadanos y visitantes. En realidad, se trata de un parque que merezca un **renombre mundial** tanto por la tecnología como por la originalidad de su concepción y función ciudadana.

EL CONCEPTO DE BASE DEL PARQUE SOLAR

La mayor dificultad a la hora de diseñar una central fotovoltaica (FV) urbana de gran extensión es la de evitar la monotonía y la uniformidad de su estética y hermetismo. Si se instalan, por ejemplo, filas paralelas de módulos FV inclinados o, incluso, si se le da un aspecto alusivo a algún tema (olas de mar u otros), la monotonía es difícil de evitar en una superficie urbana tan importante.

Por eso, el parque que proponemos es concebido alrededor de ideas fundamentales como son: los conceptos de **orden y desorden**, que encontramos en todo el universo, ejemplos de **morfología vegetal y mineral**. Los cuerpos rígidos del mundo mineral adquieren aquí un sentido muy particular, dado que permiten el fotovoltaico. En efecto, pueden ser constituidos por **cristales**, en los cuales los átomos se disponen ordenadamente, es decir, con la repetición de motivos bien precisos y bien definidos o por estructuras desordenadas.

En el primer caso, se denominan **sólidos** y en el segundo, cuerpos **amorfos**. Tanto los cristales como los amorfos pueden tener propiedades semiconductoras que originan la **conversión FV**.

EL DISEÑO DEL PARQUE SOLAR

El diseño del Parque Solar que proponemos responde a la intención de evitar la monotonía visual y la pérdida de espacio público, buscando disposiciones de módulos que permitan una integración estética en un conjunto de elementos de uso urbano.

Los elementos esenciales son:

Las pérgolas FV
El Parque de Cristal FV
Las estructuras urbanas

LAS PÉRGOLAS FV

Gran parte de la generación eléctrica la efectúan módulos FV que constituyen dos grandes **pérgolas** que delimitan el parque: una en el lado de montaña, tocando a la ronda litoral, y la otra en el lado mar, tocando y haciendo un cosido con el Ágora del Fórum 2004.

La pérgola de mar está constituida por grandes estructuras laminares aéreas que contienen los equipos FV. La orientación y la inclinación de cada lámina son ligeramente variables dentro de unos márgenes que permiten la captación del 100% de la radiación solar.

Una parte o la totalidad de las pérgolas, situadas en el lado de montaña, están constituidas por concentradores que siguen el sol, desarrollados por el Instituto de Energía Solar de Madrid. La otra parte, lado mar, por módulos FV convencionales. Las dos pérgolas son aéreas y emprenden las posibilidades espaciales elevándose a medida que progresan hacia el norte. Se

BCN 2004 AREA FORUM UNIVERSAL DE LES CULTURES

PARC SOLAR

MEMÒRIA
TRADUCCIÓ CASTELLÀ

GESP - Antoni Lloret Arquitectes: Activitats - Instal·lacions Arquitectòniques, Chatillon Architecture.

Barcelona Juny 1.999

trata de concentradores EUCLIDES, resultado de una innovación de alta tecnología que pretende cambiar el área de las células FV por el área de espejos más baratos. Cada módulo de concentrador representa una potencia de 35 kWp, tiene 84x4m² y debe ser orientado N-S.

La **potencia pico** de las pérgolas FV es de 1,88 MWp (0,38 MWp para los Euclides y 1,5 MWp para la pérgola mar).

EL PARQUE DE CRISTAL

En el centro está el **Parque de Cristal**, constituido por rocallas columnares de gran magnitud, equipadas con módulos FV (0,56 MWp), similares a los cristales de roca, dispuestas caóticamente y por empedrados de módulos FV (1,6 MWp) dispuestos también anárquicamente. Tanto unos como otros, están hechos con células FV de colores (magenta, oro, azul, verde) de diferentes dimensiones y aspectos.

Cada rocalla es una composición de prismas con caras de diferentes orientaciones y dimensiones, que permiten la captación de un 100% de la radiación solar. Las células FV son de colores azul, oro, magenta, verde o gris. Los empedrados pueden captar más de un 80% de la radiación del sol.

Entre las rocallas y los empedrados se ha previsto la creación de arroyos producidos por surtidores de agua procedente del freático e impulsados por bombas directamente conectadas a la energía FV. Los arroyos desembocan en un estanque conectado con el mar y situado, en parte, bajo la pérgola mar. Dado que los surtidores serán accionados por la energía solar procedente de módulos FV próximos, sólo funcionarán con presencia de luz natural y no significarán así ningún tipo de gasto energético de la red. Con esta solución obtendremos un microclima que hará más agradable el uso urbano del conjunto.

Los conceptos de orden y de desorden que, como hemos dicho, inspiran el proyecto, aparecen intrínsecamente en los elementos que hemos definido. En la estructura cristalina perfectamente ordenada de las células FV, suceden módulos frecuentemente colocados en un desorden caótico, como es el caso de las rocallas (los cristales de roca se elevan en todas direcciones) y los empedrados desordenados del parque de cristal. La pérgola mar mantiene la semiregularidad de una ramita que se eleva hacia el norte. Todos estos elementos, formando acentos variables de desorden, constituyen un sistema perfectamente racional y ordenado, el de un gran sistema FV perfectamente optimizado, que genera una cantidad importante de energía eléctrica.

ESTRUCTURAS URBANAS

Están constituidas por edificaciones, accesos, caminos y jardines. Algunas edificaciones, aquéllas que están situadas bajo las pérgolas más elevadas, pueden ser relativamente altas.

Bajo el espacio de la pérgola montaña se puede instalar un aparcamiento con posibilidades de carga de vehículos eléctricos urbanos.

Los accesos principales al parque, que podrá ser visitado en gran parte, se encuentran en el norte, donde la Avenida Diagonal acaba en el mar, y en la parte sur. Los caminos podrán ser recorridos a pie, con bicicleta y con vehículos lúdicos de transporte.

Bajo las pérgolas puede haber áreas ajardinadas con grandes árboles. Otras zonas podrán ser dispuestas en armonía con los surtidores FV, de tal manera que la vegetación no sombree las células FV.

El proyecto tiene en cuenta que se debe cubrir la depuradora. En efecto, el parque de cristal se eleva hacia el norte, alcanzando las cotas idóneas que permiten el recubrimiento.

EL PARQUE SOLAR Y LA CIUDAD DE BARCELONA

El Parque Solar se inscribe en el marco de una tradición barcelonesa consistente en conjugar la tecnología y el arte. Para ilustrar esta idea sólo cabe recordar realizaciones arquitectónicas como las de Gaudí o, más modernamente, el Palau Sant Jordi, la Torre Foster...

El Parque Solar es una extraordinaria proeza técnica y, a la vez, estética, dirigida hacia el futuro de acuerdo con el espíritu del Fórum Universal de las Culturas, donde la sostenibilidad es una de las expresiones más importantes del respeto y la tolerancia.

BCN 2004 AREA FORUM UNIVERSAL DE LES CULTURES

PARC SOLAR

MEMÒRIA
TRADUCCIÓ CASTELLÀ

GESP - Antoni Lloret Arquitectes: Activitats - Instal·lacions Arquitectòniques, Chatillon Architecture.

Barcelona Juny 1.999



GESP

Groupement d'Intérêt Scientifique
Eurorégional des Systèmes
Photovoltaïques
Agrupació d'Interès Científic Euroregional
dels Sistemes Fotovoltaics

Midi-Pyrénées, Languedoc-Roussillon,
Catalunya

Departament de Física Aplicada i Òptica. Universitat de
Barcelona. Avinguda Diagonal, 647. E-08028
Barcelona.
Tel: 34 93 402 11 35 - Fax: 34 93 402 11 38

Barcelone, le 22 juin 1999

Parc Solaire du Fòrum 2004 Avant-projet, mars 1999

Conception et coordination générale: GESP
(Groupement d'Intérêt Scientifique
Eurorégional des Systèmes Photovoltaïques)
Direction du Projet: Dr Antoni Lloret (LAAS-
CNRS et Directeur du GESP)

Réalisation du projet:

Architecture et Urbanisme:

- Activitats & Instal·lacions
Arquitectòniques, Barcelona
- Atelier d'Architecture et
d'Urbanisme F. Chatillon et
Associés, Ferney-Voltaire et
Barcelone

**Consultant Environnement et
Architecture:**

Jocelyne de Botton et Halfon

Systèmes Photovoltaïques:

- Òscar Aceves et Lluís
Sabata, TFM SA, Moncada i
Reixach
- Augustin Martinez et Jean
Paul Berry, LAAS-CNRS,
Toulouse

Collaborations externes:

- Instituto de Energia Solar,
Madrid
- BP Solar Europe and Africa
- Photowatt, France

INTRODUCTION

Un des projets du **Fòrum Universa** de
les Cultures Barcelona 2004 consiste en un
Parc Solaire situé sur la façade maritime Nord
de la ville de Barcelone, entre le futur Parc
Zoologique et le fleuve Besòs, où on projette la
première **Centrale Photovoltaïque Urbaine** du
monde connectée au réseau, innovatrice par sa
puissance comme par l'originalité de son
caractère urbain.

Étant donné que la radiation solaire est
une source d'énergie renouvelable et que sa
contamination est nulle à tous les niveaux de
son cycle productif, les générateurs d'électricité
qui utilisent la conversion photovoltaïque sont
ceux qui sont les plus durables.

Les **énergies renouvelables** et celles
d'**origine fossile** doivent être considérées de
nos jours comme étant les **seules
techniquement résolues**, bien que celles
d'origine fossile ne présentent pas un contrôle
de pollution toujours satisfaisant. Elles joueront
sans aucun doute un rôle fondamental au
XXIème siècle. L'**énergie solaire
photovoltaïque** en est une des principales et
grâce à l'extension du gisement solaire, il est
logique que les générateurs s'implantent près
du lieu d'utilisation, dans les bâtiments et dans
les agglomérations urbaines.

LE PARC SOLAIRE

Le Parc Solaire est la **première
proposition mondiale d'intégration urbaine
d'une centrale Photovoltaïque**. Il a une
grande puissance (4MWp) et peut générer une
énergie électrique considérable (5MWh/an).

Les plans actuels de la superficie
principale du «Barcelona 2004» indiquent un
espace réservé pour installer un **Parc Solaire
de 98.000 m²**.

Les fonctions que ce parc doit remplir
sont les suivantes :

1. **Donner de l'énergie électrique non
polluante** qui permette couvrir une bonne

LE PROJET DU PARC SOLAIRE

Le projet du Parc Solaire que nous
proposons répond au désir d'éviter la
monotonie visuelle et la perte d'espace public,
tout en cherchant des arrangements de
modules intégrés esthétiquement dans un
ensemble d'éléments d'utilisation urbaine.

Les éléments les plus importants sont :

Les pergolas PV
Le Parc de Cristal PV
Les structures urbaines.

LES PERGOLAS PV

Une grande partie de la génération
d'énergie électrique est effectuée par des
modules PV qui constituent deux grandes
pergolas qui délimitent le parc : une côté
montagne, touchant la «ronda litoral», et l'autre
côté mer, touchant et s'incorporant à l'Agora du
Fòrum 2004.

La pergola de mer est constituée par
de grandes structures laminaires aériennes qui
contiennent les équipements PV. L'orientation
et l'inclinaison de chaque plaque sont
légèrement variables tout en permettant la
réception de 100% de la radiation solaire.

Une partie ou la totalité des pergolas
situées côté montagne, est constituée par des
concentrateurs qui suivent le soleil, développés
par l'Instituto de Energia Solar de Madrid.
L'autre partie, côté mer, est constituée de
modules PV conventionnels. Les deux pergolas
sont aériennes et couvrent l'espace en
s'élevant au fur et à mesure qu'elles
progressent vers le nord. Il s'agit de
concentrateurs EUCLIDES, résultat d'une
innovation de haute technologie qui prétend
changer la superficie des cellules PV par une
de miroirs moins chers. Chaque module de
concentrateur représente une puissance de
35kWp, il mesure 84 x 4 m² et doit être orienté
N-S.

La **puissance pic** des pergolas PV est
de 1,88 MWp (0,38 Mwp pour les Euclides et
1,5MWp pour la pergola de mer).

BCN 2004 AREA FORUM UNIVERSAL DE LES CULTURES

PARC SOLAR

MEMÒRIA
TRADUCCIÓ FRANCÈS

GESP - Antoni Lloret Arquitectes: Activitats - Instal·lacions Arquitectòniques, Chatillon Architecture.

Barcelona Juny 1.999



partie des besoins de la zone urbaine en question (9MW).

2. **Résoudre toute problématique qui s'oppose à l'intégration urbaine et la durabilité.** Plus concrètement, il s'agit de réutiliser l'aire occupée par l'actuelle station de dépuración pour améliorer l'environnement urbain en couvrant toute l'installation.

3. **Donner à la ville un parc public original et surprenant** qui représente une attraction pour les citoyens et les visiteurs. En réalité, il s'agit d'un parc **qui mérite une renommée mondiale** aussi bien en ce qui concerne la technologie que pour l'originalité de sa conception et fonction citadine.

LE CONCEPT DE BASE DU PARC SOLAIRE

La plus grande difficulté au moment de projeter une centrale photovoltaïque (PV) urbaine de grande extension est celle d'éviter la monotonie, l'uniformité de son esthétique et tout hermétisme. Si l'on y installe par exemple des rangées parallèles de modules PV inclinés ou bien même en lui donnant un aspect proche de certains thèmes (vagues de mer ou autres), la monotonie est difficile à éviter dans une si grande surface urbaine.

C'est pour cette raison que le parc que nous proposons est conçu autour d'idées fondamentales telles que les concepts **d'ordre et de désordre** que nous trouvons partout dans l'univers et des exemples de **morphologies végétale et minérale**. Ces corps rigides du monde minéral prennent ici un sens tout particulier, étant donné qu'ils sont à l'origine du photovoltaïque. En effet, ils peuvent être constitués par des **cristaux** dans lesquels les atomes se disposent de façon ordonnée, c'est-à-dire avec la répétition de motifs bien précis et bien définis, ou bien par des structures désordonnées. Dans le premier cas ils s'appellent **solides** et dans le deuxième **amorphes**. Les cristaux comme les amorphes peuvent avoir des propriétés semi-conductrices qui permettent la **conversion PV**.

LE PARC DE CRISTAL

Au centre il y a le **Parc de Cristal**, constitué par des piliers de rocaïlle de grande dimension, équipés avec des modules PV (0,56 Mp), similaires à des cristaux de roche, disposées de façon chaotique et par des dallages de modules PV (1,6MWp) disposés aussi de façon anarchique. Aussi bien les uns que les autres sont faits avec des cellules PV de couleurs (magenta, or, bleu, vert) de différents aspects et dimensions.

Chaque rocaïlle est une composition de prismes avec des faces de différentes orientations et dimensions, permettant de capter 100% la radiation solaire. Les cellules PV sont de couleur bleu, or, magenta, vert ou gris. Les dallages peuvent capter plus de 80% de la radiation solaire.

Parmi les rocaïlles et les dallages il a été prévu de créer des petits ruisseaux produits par des jets d'eau provenant du phréatique et propulsés par des bombes directement connectées à l'énergie PV. Ces ruisseaux débouchent dans un étang connecté à la mer et situé, en grande partie, sous la pergola côté mer. Étant donné que les jets seront activés par de l'énergie solaire provenant de modules PV proches, ils ne fonctionneront qu'en présence de lumière naturelle et cela ne provoquera donc pas de dépense énergétique du réseau. Avec cette solution nous obtiendrons un microclimat qui rendra agréable l'utilisation urbaine de l'ensemble.

Les concepts d'ordre et de désordre qui, comme nous l'avons dit, inspirent ce projet, apparaissent intrinsèquement dans les éléments que nous avons définis. A la structure cristalline parfaitement ordonnée des cellules PV, succèdent des modules placés, la plupart du temps, dans un désordre chaotique, comme c'est le cas pour les rocaïlles (les cristaux de roche s'élèvent dans toutes les directions) et il en est de même pour les dallages désordonnés du parc de cristal. La pergola côté mer garde la semi-régularité d'une branche de fougère s'élevant vers le nord. Tous ces éléments, formant des accents variables de désordre, constituent un système rationnel et ordonné, celui d'un grand système PV parfaitement

optimisé, qui génère une quantité importante d'énergie électrique.

STRUCTURES URBAINES

Elles sont constituées par des édifications, des accès, des chemins et des jardins. Les édifications qui sont situées sous les pergolas les plus élevées peuvent être relativement hautes.

Sous la pergola côté montagne on peut installer un parking avec la possibilité de recharger les véhicules électriques urbains.

Les accès principaux du parc, qui pourra être visité, se trouvent au Nord où l'avenue «Diagonal» se jette à la mer et dans la partie sud. L'on peut y circuler à pied, à bicyclette et en véhicules ludiques de transport.

Sous les pergolas il peut y avoir des zones de jardin avec de grands arbres. D'autres zones vertes peuvent être disposées en harmonie avec les jets d'eau photovoltaïques, de telle façon que la végétation ne produise aucune ombre aux cellules photovoltaïques.

Le projet prend en considération le fait de couvrir la station de dépuración. En effet, le Parc de Cristal s'élève vers le nord, arrivant à des cotes convenables qui permettent le recouvrement.

LE PARC SOLAIRE DE BARCELONE

Le Parc Solaire s'inscrit dans le cadre d'une tradition barcelonaise consistant à conjuguer la technologie et l'art. Afin d'illustrer cette idée, rappelons les réalisations architectoniques comme celles de Gaudí ou, plus modernes, le «Palau de Sant Jordi», la «Torre Foster», etc.

architecturales.

Le Parc Solaire est une extraordinaire prouesse technique et en même temps esthétique, dirigé vers le futur et en accord avec l'esprit du «Fòrum Universal de les Cultures» où la durabilité est une des expressions les plus importantes du respect et de la tolérance.

BCN 2004 AREA FORUM UNIVERSAL DE LES CULTURES

PARC SOLAR

MEMÒRIA
TRADUCCIÓ FRANCÉS

GESP - Antoni Lloret Arquitectes: Activitats - Instal·lacions Arquitectòniques, Chatillon Architecture. Barcelona Juny 1.999



PARC SOLAR DEL FÒRUM 2004

Avantprojecte, Juny 1999

Concepció i coordinació general : GESP (Agrupació Euroregional dels Sistemes Fotovoltaics)

Direcció del Projecte : Dr. Antoni Lloret (LAAS-CNRS i Director del GESP)

Realització del projecte :

Arquitectura i Urbanisme :

Activitats & Instal·lacions Arquitectòniques, Barcelona.

Atelier d'Architecture et d'Urbanisme F. Chatillon et Associés, Ferney-Voltaire i Barcelona.

Assessoria d'arquitectura medioambiental: Jocelyne M. de Botton y Halfon.

Sistemes Fotovoltaics :

Òscar Aceves i Lluís Sabata, TFM SA, Moncada i Reixach.

Augustin Martinez i Jean-Paul Berry, LAAS-CNRS, Toulouse.

Col·laboracions externes :

Instituto de Energia Solar, Madrid

BP Solar Europe and Africa

Photowatt, França

BCN 2004 AREA FORUM UNIVERSAL DE LES CULTURES

PARC SOLAR

GESP - Antoni Lloret Arquitectes: Activitats - Instal·lacions Arquitectòniques, Chatillon Architecture.

Barcelona Juny 1.999



